

Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Diogo João Nicolau Barbosa

Projeto de estruturas metálicas  
ligeiras a partir de perfis de chapa

Projeto de estruturas metálicas  
ligeiras a partir de perfis de chapa

Diogo João Nicolau Barbosa

UMinho | 2013

dezembro de 2013





Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Diogo João Nicolau Barbosa

Projeto de estruturas metálicas  
ligeiras a partir de perfis de chapa

Tese de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor António Costa Marques Pinho

dezembro de 2013

## DECLARAÇÃO

Nome: Diogo João Nicolau Barbosa

Correio electrónico: diogojbarbosa@gmail.com

Tel./Tlm.: 964628924

Número do Bilhete de Identidade: 13609542

Título da dissertação:

Projeto de estruturas metálicas ligeiras a partir de perfis de chapa

Ano de conclusão: 2013

Orientador:

Professor António Costa Marques Pinho

Designação do Mestrado:

Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao Grau de Mestre em Engenharia

Área de Especialização: Concepção de Estruturas

Escola: Engenharia

Departamento: Mecânica

De acordo com a legislação em vigor, não é permitida a reprodução de qualquer parte desta dissertação

Guimarães, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_



À Universidade do Minho e Conformetal.



## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho resultou da presença de múltiplos contributos e da interação estabelecida entre vários agentes que, de forma distinta, estiveram presentes ao longo da sua realização e aos quais quero agradecer profundamente pela forma como (co)responderam. Assim, agradeço,

À Conformetal e aos seus colaboradores, na pessoa do Engenheiro Paulo Silva e Vitor Pinto, que desde o primeiro dia foram acolhedores e incansáveis no seu apoio.

Ao Professor António Costa Marques Pinho pelo apoio prestado, bem como à Universidade do Minho.

À minha família e à minha namorada, que de forma ou indireta, contribuíram para que tudo isto fosse possível.

A todos um bem-haja.



## **RESUMO**

A presente dissertação resulta da validação de resultados de um projeto de um cliente da Conformetal, associando-se este trabalho à tese de mestrado em Engenharia Mecânica. Neste, são abordados vários aspetos ligados à construção de estruturas utilizando perfilaria ligeira em aço.

Para iniciar o trabalho, desenvolveu-se uma pesquisa exaustiva sobre todos os aspetos fulcrais na utilização e construção de perfis, aproveitando-se para isso o conhecimento dos colaboradores da empresa. A partir daí, foi possível projetar uma estrutura que cumprisse os requisitos impostos pelo cliente.

As fases seguintes focaram-se no estudo de mercado já dentro da estrutura idealizada, bem como o dimensionamento e validação por elementos finitos de todos os componentes intervenientes na estrutura. Para confirmação de todos os valores, utilizou-se também um modelo físico para fazer ensaios experimentais, confirmando assim o comportamento da estrutura quando sujeita às cargas impostas.

Outros dos aspetos fundamentais deste projeto foi a análise económica, visto ser um projeto destinado à exportação, bem como a existência de alternativas exequíveis para a mesma estrutura.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Cúpulas metálicas, perfis ligeiros de aço galvanizado.



## **ABSTRACT**

The present dissertation is the result of the validation results from a project for Conformetal client, associating this work with master's thesis in Mechanical Engineering. In this report are discussed various aspects related to construction of structures using light steel profiles.

To beginning work, has been developed an exhaustive search of main aspects of the use and construction of profiles, taking advantage of company's employee's knowledge. Thenceforth, was possible design a structure that would meet the requirements of the client.

The following phases were focused on market research into the structure already conceived by the client, as well the design and validation structure components by finite element method. Verifying for all values, there were also used a physical model to experimental tests, thus confirming the performance of the structure when subjected to imposed loads.

Other key aspects of this project was the economic analysis, once this is a project to export, as well as the existence of feasible alternatives to the same structure.

## **KEYWORDS**

Metal domes, light galvanized steel profiles.





## ÍNDICE

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Palavras-Chave .....	vii
Abstract.....	ix
Keywords .....	ix
Lista de figuras.....	xv
Lista de tabelas .....	xvii
Lista de siglas e símbolos .....	xix
Capítulo 1 – Introdução .....	1
1.1 Introdução.....	1
1.2 Enquadramento.....	2
1.3 Objetivos/problema de investigação .....	3
1.4 Motivação .....	4
1.5 Estrutura da dissertação .....	4
Capítulo 2 – Revisão bibliográfica .....	5
2.1 História de construção de cúpulas .....	5
2.1.1. Considerações gerais .....	6
2.1.2. Domínio de aplicação .....	7
2.2 Estudo da arte.....	7
2.2.1 Definição de cúpula .....	8
2.2.2 Vantagens .....	9
2.2.3 Classificação das cúpulas.....	9
2.2.4 Cúpulas treliçadas.....	12
Capítulo 3 – Fundamentos teóricos.....	21
3.1 Dimensionamento .....	21

3.2.1 Teoria da elasticidade.....	21
3.2.2 Dimensionamento plástico.....	22
3.2.3 Dimensionamento a partir da teoria dos estados limite.....	24
3.2.4 Análise pelo Método dos Elementos Finitos (MEF) .....	24
3.3 Tipos de análise .....	25
3.4 Regulamentação.....	26
3.5 Disposições dos eurocódigos para análise e dimensionamento de cúpulas metálicas.....	27
3.5.1 Ações.....	27
3.5.1.1 Ações permanentes.....	28
3.5.1.2 Sobrecarga .....	28
3.6 Materiais .....	30
3.7 Método construtivo .....	30
3.7.1 Construção .....	31
3.7.2 Reconstrução .....	31
3.8 Vantagens do uso do Aço em Construção .....	32
 Capítulo 4 – Trabalho desenvolvido.....	 35
4.1 Dimensionamento da estrutura.....	35
4.2 Simulação em solidworks .....	39
4.2.1 Simulação em SolidWorks quando um apoio falha .....	43
4.3 Ensaio Experimental .....	47
4.4 Principais componentes utilizados na estrutura .....	50
4.5 Conceção do projeto.....	51
4.6 Processos de fabrico .....	52
4.7 Isolamento acústico.....	52
4.7.1 Aplicação placas de gesso / Baswaphon .....	53
4.8 Análise económica .....	54
 Capítulo 5 – Conclusões e propostas de trabalhos futuros.....	 57
5.1 Conclusões .....	57

5.2 Propostas de trabalhos futuros .....	58
Bibliografia e referências.....	61
Apêndices .....	615
Apêndice A - Fichas técnicas das placas de gesso cartonado	
Apêndice B - Fichas técnicas massa de juntas	
Apêndice C - Fichas técnicas do isolamento acústico	
Apêndice D - Fichas técnicas da perfilaria	
Apêndice E - Fichas técnicas dos parafusos	
Apêndice F - Ficha técnica da porca hexagonal	
Apêndice G - Ficha técnica do varão roscado	
Apêndice H - Ficha técnica do tubo retangular (FACAR)	
Apêndice I - Ficha técnica tapit para tetos falsos	
Apêndice J - Fichas técnicas clip SINARD	
Apêndice K - Ficha técnica para curvar placas de gesso cartonado	
Apêndice L - Ficha técnica do gesso cerâmico	
Apêndice M - Desenho peça para ensaio de tração	
Apêndice N - Dossier Conformetal	
Apêndice O - Lista material utilizado na obra	
Apêndice P - Encomenda de material	
Apêndice Q - Manual de manutenção	
Apêndice R - Estudo comportamento perfis a solicitações externas	
Apêndice S - Aglomerado de cortiça expandia	
Apêndice T - Procedimento experimental	
Apêndice U - Detalhes do projeto	



## LISTA DE FIGURAS

<b>Fig. 1</b> – Ilustração Assembleia Nacional de Angola. ....	2
<b>Fig. 2</b> – Cúpula metálica do Fórum Almada em Almada.....	6
<b>Fig. 3</b> – Igreja de Hagia Sofia em Constantinopla.....	10
<b>Fig. 4</b> – Casca de revolução obtida por rotação de uma curva em torno de um eixo.....	11
<b>Fig. 5</b> – Classificação de cúpulas quanto à sua flecha.....	12
<b>Fig. 6</b> – Classificação de cúpula quanto à sua forma em planta.....	12
<b>Fig. 7</b> – Classificação de cúpulas quanto à forma dos meridianos ou “costelas” .....	13
<b>Fig. 8</b> – Cúpula reticulada (variação do tipo Schwedler).....	14
<b>Fig. 9</b> – Classificação de cúpulas quanto ao vértice.....	14
<b>Fig. 10</b> – Exemplo de cúpula nervurada com anéis treliçados.....	15
<b>Fig. 11</b> – Cúpula nervurada com costelas com alma cheia.....	16
<b>Fig. 12</b> – Exemplo de cúpula Schwedler com contraventamento flexível.....	17
<b>Fig. 13</b> – Comportamento dos contraventamento flexíveis.....	17
<b>Fig. 14</b> – Cúpula com malha simples em três direções.....	18
<b>Fig. 15</b> – Exemplo de Cúpula lamelar.....	19
<b>Fig. 16</b> – Cúpula lamelar Kiewitt.....	19
<b>Fig. 17</b> – Louisiana Superdome.....	20
<b>Fig. 18</b> – A construção da Cúpula do Planetário Zeiss em Jena, na Alemanha.....	21
<b>Fig. 19</b> – Diagrama tensão-deformação do aço estrutural corrente.....	23
<b>Fig. 20</b> – Modelo plástico do comportamento físico do aço.....	24
<b>Fig. 21</b> – Distribuição das cargas com vista a obter esforços máximo.....	30
<b>Fig.22</b> – Diagrama corpo livre estrutura interior.....	39
<b>Fig.23</b> – Estrutura sujeita a tração.....	41
<b>Fig.24</b> – Pormenor clip Sinard sujeito à tração.....	41
<b>Fig.25</b> – Deslocamento na peça U de 1,4 mm.....	41
<b>Fig.26</b> – Estrutura sujeita a tração.....	42
<b>Fig.27</b> – Pormenor clip Sinard sujeito à tração.....	42
<b>Fig. 28</b> – Deslocamento na peça U de 2,9 mm.....	42
<b>Fig.29</b> – Estrutura sujeita a tração.....	43

<b>Fig.30</b> – Pormenor clip Sinard sujeito à tração.....	43
<b>Fig.31</b> – Deslocamento na peça U de 3,4 mm.....	43
<b>Fig.32</b> – Identificação elemento de falha.....	44
<b>Fig. 33</b> – Estrutura sujeita a tração.....	45
<b>Fig.34</b> – Pormenor clip Sinard sujeito à tração.....	45
<b>Fig.35</b> – Pormenor da peça U sujeito à tração.....	45
<b>Fig.36</b> – Deslocamento na peça U de 3,2 mm.....	46
<b>Fig. 37</b> – Estrutura sujeita a tração.....	46
<b>Fig. 38</b> – Pormenor clip Sinard sujeito à tração.....	46
<b>Fig.39</b> – Deslocamento na peça U de 3,8 mm.....	47
<b>Fig.40</b> – Estrutura sujeita a tração.....	47
<b>Fig.41</b> – Pormenor clip Sinard sujeito à tração.....	47
<b>Fig.42</b> – Deslocamento na peça U de 4,7 mm.....	48
<b>Fig.43</b> – Intron 8874, Laboratório Engenharia Mecânica.....	50
<b>Fig.44</b> – Imagens simulação experimental.....	51
<b>Fig. 45</b> – Exemplos de perfilaria desenhada para ensaios.....	52
<b>Fig. 46</b> – Exemplo aplicação isolamento acústico ( Apêndice C).....	53
<b>Fig. 47</b> – Exemplo placa de gesso cartonado ( Apêndice A).....	54

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Categorias de coberturas.....	30
<b>Tabela 2</b> – Sobrecargas em coberturas da Categoria H.....	30
<b>Tabela 3</b> - Resultados simulação experimental e numérica (SolidWorks).....	48
<b>Tabela 4</b> - Resultados Simulação experimental e numérica (SolidWorks), situação de falha de um elemento.....	48
<b>Tabela 5</b> - Força a que a estrutura cede.....	49





## LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Conformetal	Empresa responsável
EC	Eurocódigo
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
IPQ	Instituto Português da Qualidade
Baswphon	Isolamento acústico
MEF	Método dos Elementos Finitos

UN	Unidade
ml	Metros Lineares
Kg	Quilograma
N	Newton
m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
GPa	Gigapascal
r	Raio
D	Diâmetro
F	Força aplicada
E	Módulo de elasticidade
$\varepsilon$	Deformação
$\sigma$	Tensão



## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

### **1.1 INTRODUÇÃO**

A construção metálica em perfis ligeiros de aço galvanizado empregando o método vulgarmente conhecido por *Light Steel Framing*, embora ainda bastante desconhecido do grande público e esquecido por inúmeros projetistas do nosso país, vai já na segunda década de aplicação tanto na construção como na reconstrução de edifícios. Hoje em dia com um mercado bastante mais vasto e com o acesso mais facilitado a este tipo de estruturas, é vulgar vermos construções utilizando este tipo de material. Como exemplo de materiais estruturais pode-se referir a alvenaria, a madeira, a cerâmica, o aço, e mais recentemente o betão, entre outros. Naturalmente que a seleção de um determinado material estrutural depende de modelos mais ou menos elaborados, que integram um conjunto de parâmetros tais como arquitetónicos, sócio-económicos, entre outros, cuja importância é muitas vezes aleatória, embora o fator económico seja, na maior parte dos casos, um dos principais fatores para a seleção de um determinado material. Acrescentando a estes fatores, para além da evolução tecnológica, por vezes as tendências, independentemente dos custos ou outros aspetos como a disponibilidade do material, ditam a mudança de determinadas matérias para outros.

Portanto, com este trabalho pretende-se dar um importante contributo para a otimização de construção neste tipo de materiais a partir da transformação de chapa de aço.

Para a validação destes materiais utilizados, foram feitas várias Simulações num *software* comercial bem como um estudo experimental, na qual se testam produtos individualmente

Utilizando perfis ligeiros de aço galvanizado como matéria-prima, fixos entre si por aparafusamento, é possível criar estruturas altamente resistentes, com um peso significativamente inferior ao de muitas outras soluções estruturais, com vantagens em diversas áreas. No que diz respeito à mão-de-obra, requer alguma qualificação, visto serem estruturas frágeis. Assim, ao longo do trabalho, bem como no guia de manutenção em apêndice, discute-se formas de aplicação e manutenção deste tipo de estruturas.

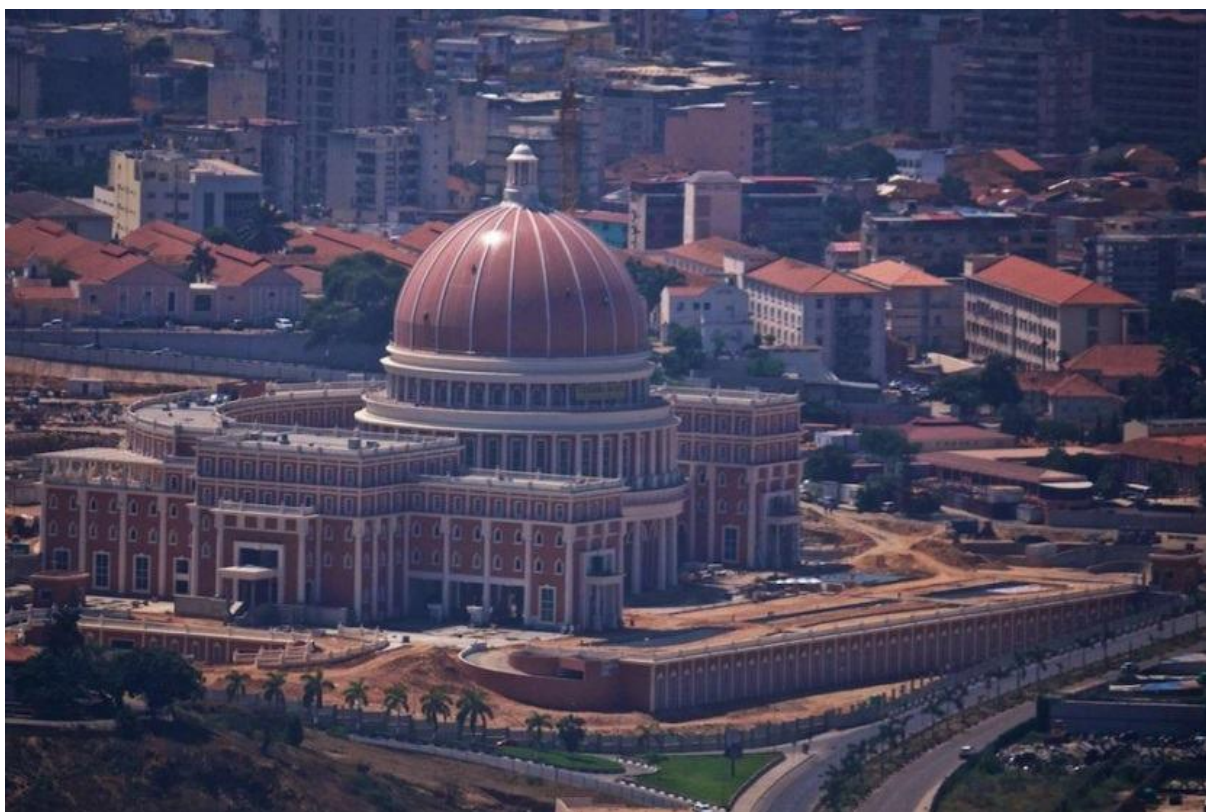
Este trabalho enquadra-se num projeto desenvolvido por uma empresa, na qual se vai validar toda a sua estrutura, bem como apresentar alternativas para a execução de estruturas semelhantes. Estudou-se também o comportamento de cúpulas metálicas, constituídas por perfis tubulares de aço, mais precisamente a Cúpula da Assembleia Nacional de Angola. Pretendeu-se dar um contributo para o seu estudo e utilização.

## 1.2 ENQUADRAMENTO

A Assembleia Nacional de Angola é uma obra emblemática.

O novo edifício da Assembleia Nacional de Angola estará concluído em Agosto de 2013. Localizada no bairro Kinanga, na Samba, em Luanda, o edifício representa um investimento de 185 milhões de dólares, sendo parte integrante do mega-projeto do Centro Político e Administrativo de Luanda.

Localizado junto ao Centro Cultural Agostinho Neto, o complexo é constituído por três edifícios e dois parques de estacionamento com capacidade para 503 automóveis. Com a construção a cargo da portuguesa Teixeira Duarte Engenharia e Construção, o complexo terá uma área de escritórios de 35.867 m<sup>2</sup>, aos quais se somam 11.341 m<sup>2</sup> de área global para a assembleia (plenário) e 3.191 m<sup>2</sup> de área de serviços.



**Fig. 1** – Ilustração Assembleia Nacional de Angola[1].

Na sua construção, existe uma cúpula onde se vai centrar este trabalho. Este projeto enquadra-se na análise de uma estrutura secundária, no interior da cúpula principal do edifício. A estrutura secundária em estudo serve para suportar todo o material de revestimento interior da cúpula.

Existem no mercado várias soluções para este tipo de construção, sendo bastante semelhantes entre elas.

A construção da estrutura secundária da cúpula principal ficou a cargo da Conformetal, empresa onde foi desenvolvido o trabalho desta dissertação. A Conformetal é uma empresa especializada na produção de produtos metálicos formados a frio, com sede e fábrica localizadas em Vila Verde – Portugal, fundada em 2007. Apresenta uma vasta gama de produtos, que incluem metais tetos falsos, revestimento de fachadas e perfis estruturais para forros, divisórias e revestimentos em gesso. A empresa também fornece serviços de corte guilhotina, dobra e perfuração. É atualmente uma empresa sólida no mercado nacional e internacional, estando já representada em alguns países como Espanha, França, Suíça, Angola e Moçambique. Os produtos fabricados pela empresa têm como mercado alvo a implementação de obras de infra-estrutura em hospitais e escolas, espaços comerciais e balcões de atendimento público.

### **1.3 OBJETIVOS/PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO**

O objetivo principal desta dissertação consiste no projeto de estruturas metálicas ligeiras a partir de perfis de chapa. Estas estruturas integram a maior parte de construções de edifícios, nomeadamente de edifícios públicos, industriais e até de particulares. Tais estruturas aparecem em coberturas, fachadas, divisórias, entre outras.

Pretende-se que seja elaborado um projeto completo de pelo menos uma estrutura, selecionada a partir das estruturas de clientes da Conformetal, tendo presente a tipologia de ações estáticas e dinâmicas (vento, neve, cargas permanentes e cíclicas, resistência a sismos e sobrecargas, entre outras) e que obedeça às normas e diretivas existentes para o efeito. Para o cálculo dos esforços nos elementos estruturais e nas ligações deverá ser utilizado o método dos deslocamentos e/ou método dos elementos finitos. Outro objetivo consiste na otimização do custo da estrutura, nomeadamente e deverão ser analisados os custos: da matéria-prima, da mão-de-obra para a sua execução, do transporte, das tecnologias envolvidas para o seu fabrico, entre outros que foram considerados relevantes.

Por último pretendeu-se que fosse feita uma validação industrial, ou seja, deve ser dada prioridade ao desenvolvimento de um projeto que venha a ser efetivamente executado pela Conformetal de forma a atingir tais objetivos.

## **1.4 MOTIVAÇÃO**

Um dos problemas da construção de estruturas metálicas de perfis ligeiros de aço galvanizado é a utilização de elementos *standards* e o sobredimensionamento, elevando exponencialmente as quantidades de material e os preços finais. Para isso, torna-se por vezes necessário fazer uma validação, para garantirmos a eficácia do projeto. Poder trabalhar neste campo, inserido num projeto de responsabilidade para a Conformetal, aliada garantia de eficiência do mesmo, contribuiu definitivamente para a motivação deste trabalho.

## **1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A presente dissertação está dividida em 5 partes distintas.

O Capítulo 1 apenas refere uma introdução ao tema, a motivação do trabalho e uma breve apresentação do problema de investigação, enquadrando o projeto e definindo os seus objetivos.

O Capítulo 2 é dedicado ao estado da arte. Nesta parte da dissertação é feito um apanhado da história da construção de cúpulas, utilizando os diversos matérias existentes esclarecendo o seu domínio de aplicação. É apresentada uma definição de cúpula e as suas vantagens.

O Capítulo 3 é dedicado aos fundamentos teóricos. É objeto de descrição, todo o dimensionamento, a regulamentação inerente a este projeto, a utilização dos Eurocódigos, bem como os materiais utilizados.

O Capítulo 4 aborda a aplicação prática. Vários assuntos (interligados e independentes ao mesmo tempo) são apresentados neste capítulo. Primeiramente é feito um dimensionamento da estrutura secundária (objeto de estudo), e de seguida são apresentados resultados da simulação obtida em *SolidWorks* e da simulação experimental. Neste Capítulo são ainda apresentados os processos de fabrico e uma apresentação do isolamento acústico utilizado.

O Capítulo 5, e último, apresenta as conclusões da dissertação e propostas de trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 HISTÓRIA DE CONSTRUÇÃO DE CÚPULAS**

A construção metálica tem aumentado significativamente, mostrando o crescimento da competitividade que este tipo de solução estrutural ganhou em alguns setores da indústria da construção. São alguns exemplos deste aumento, as pontes, edifícios industriais, desportivos ou de escritórios, parques de estacionamento, entre outros. Prazos cada vez mais curtos, o aumento das preocupações com o impacto ambiental das construções e o custo da mão-de-obra são alguns dos fatores que fazem prever a continuidade desta tendência [2].

Nas construções atuais, surgem muitas vezes cúpulas. As cúpulas proporcionam espaços amplos e desimpedidos, abrangendo uma quantidade máxima de volume com uma superfície mínima. Para além da sua estética incomparável, são também muito úteis para estruturas onde é requerida uma interferência mínima dos suportes interiores. Tais vantagens têm feito da cúpula uma estrutura muito utilizada na construção [26].

Apesar de a construção de cúpulas metálicas ser algo relativamente antigo, não são muitos os textos que podem ser consultados. Na maioria da literatura técnica encontram-se apenas enumerados os vários sistemas estruturais utilizados em cúpulas, sem qualquer detalhe acerca do seu comportamento estrutural, processos de fabrico e montagem. A primeira referência de cúpulas metálicas, aparece por meados do século XIX [3]. Relativamente aos métodos de análise e dimensionamento preconizados na literatura, estes diferem consoante o autor, sendo muitas vezes divergentes. A nível mundial, existem estruturas deste tipo com mais de 200m de diâmetro. Contudo em Portugal, para além de pouco numerosas, as cúpulas construídas são também de menores dimensões. Como exemplo, podem referir-se a cúpula do centro comercial Colombo ou a do fórum Almada, mostrada na Figura 2.

Os diferentes sistemas estruturais apresentam características próprias no que se refere ao comportamento estrutural e aos processos de montagem. Estas características podem ser de grande importância para os intervenientes no projeto [26].



**Fig. 2** – Cúpula metálica do Fórum Almada em Almada [4].

### **2.1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Com entrada em vigor, com carácter obrigatório, da EN 1993 Eurocódigo3: Projeto de Estruturas de Aço [5], designada daqui em diante por EC3, faz com que seja indispensável a familiarização dos projetistas com a filosofia, fundamentos e aplicação dos seus conteúdos. O dimensionamento e verificação de segurança de estruturas de aço segundo o EC3 requerem uma abordagem específica, a qual envolve o domínio de vários conceitos e a execução sequencial de um conjunto de procedimentos que são necessários identificar e caracterizar com clareza [26].

Anotar também que a utilização do EC3 deve ser feita de uma forma consistente com a norma EN1990 Eurocódigo 0: Bases de Projecto [6], com a norma EN 1991 Eurocódigo 1: Ações em Estruturas [7], com a EN 1090: Execução de Estruturas Metálicas – Requisitos Técnicos e de um modo geral com os restantes Eurocódigos estruturais.

Qualquer estrutura deve ser dimensionada e executada de forma a ter um comportamento adequado face às funções para as quais foi concebida, durante um período de vida útil pré-estabelecido. Com este objetivo devem ser verificadas condições que impeçam o seu colapso (estados limite últimos), condições que assegurem um desempenho adequado em serviço (estados limite de utilização) e ainda, tomando maior importância no caso de estruturas metálicas, condições relativas à sua durabilidade (proteção contra corrosão, entre outras) [26].



### **2.1.2. DOMÍNIO DE APLICAÇÃO**

Neste trabalho pretende-se efetuar um estudo de uma estrutura para revestir a gesso cartonado a parte interior da cúpula metálica com cerca de 40 m de diâmetro e 15 m de altura. É apresentada a sequência de cálculo do dimensionamento e verificação de segurança, adequada a estruturas deste tipo, segundo os Eurocódigos 0, 1 e 3 [8]. A modelação estrutural do revestimento da cúpula, análise de esforços internos dos seus elementos e verificação estrutural é feita com recurso a um programa de cálculo automático baseado no método dos elementos finitos.

## **2.2 ESTUDO DA ARTE**

No que diz respeito à construção de cúpulas em outros materiais, a não ser materiais metálicos, a história das estruturas em cúpula encontra-se bem documentada e não será detalhada neste documento. Pretende-se apenas referi-la sucintamente.

O uso de cúpulas remonta a mais de dois mil anos. As primeiras aplicações erguidas estavam geralmente relacionadas com estruturas religiosas e incluem alguns edifícios famosos tais como a Igreja de Santa Sofia, construída em Constantinopla em 537 (ilustrada na Figura 3), a Catedral de S. Marco em Veneza, a Catedral de S. Paulo em Londres, entre centenas de outras obras igualmente famosas. O uso da cúpula foi também explorado pelos Muçulmanos que a alteraram em forma de bolbo ou cebola, passando estas configurações a constituir imagens características das mesquitas Islâmicas [26].

Durante centenas de anos, a cúpula foi um símbolo ligado à arquitetura religiosa e a sua construção era feita exclusivamente em pedra ou alvenaria. Um grande passo foi dado em 1865 quando em Washington foi erguida a cúpula do Capitólio dos Estados Unidos, construída em aço. A partir desta altura as cúpulas começam a estar também associadas a edifícios governamentais [26].

As primeiras cúpulas construídas eram apenas ornamentais e não resistentes, desprezando-se a sua capacidade estrutural. Num passado mais recente, os construtores de tanques e cascas passaram a aproveitar as vantagens de economia que estas formas permitem. No início do século XX, cascas finas esféricas, cilíndricas e cónicas começaram a ser aplicadas em coberturas, tanques e depósitos.

Foi após a segunda Guerra Mundial que o grande potencial da cúpula foi atingido, tendo-se a sustentabilidade e eficiência estrutural aliado à arquitetura majestosa deste tipo de estrutura. Hoje em dia, as cúpulas são usadas em diversas aplicações e com diferentes malhas estruturais. A tendência de utilizá-las em edifícios religiosos e governamentais manteve-se, alargando-se também para edifícios

comerciais e industriais entre os quais se podem salientar ginásios, auditórios, coliseus e espaços destinados a grandes audiências [26].



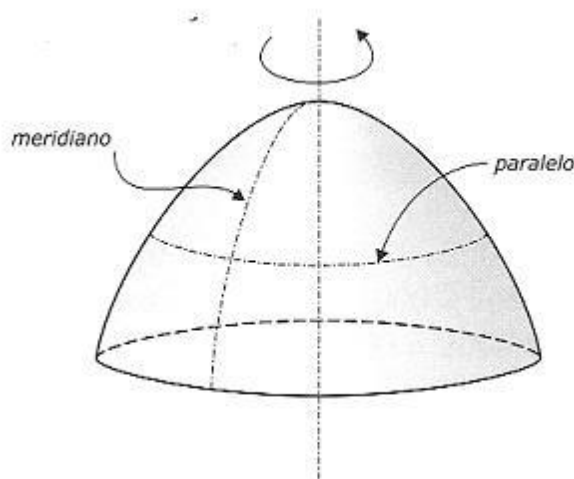
**Fig. 3** – Igreja de Hagia Sofia em Constantinopla [9].

Uma vasta gama de formas tem sido empregues, mais vulgares as esféricas, elípticas e cónicas. Quando falamos em sistemas estruturais podem-se destacar as cúpulas nervuradas, lamelares, tipo Schwedler e geodésicas [10]. Todas elas têm como denominador comum a procura de economia de materiais. Em todo o caso, há que referir que a economia de custo depende também em larga escala da adoção de adequados processo de fabrico e colocação dos elementos.

### **2.2.1 DEFINIÇÃO DE CÚPULA**

As cúpulas perfeitas são estruturas espaciais obtidas pela rotação de elementos unidimensionais, frequentemente em arco, em torno do eixo vertical. Apresentam uma superfície convexa com dupla curvatura o que as torna muito eficazes para soluções de coberturas. Este comportamento pode ser explicado pela teoria da membrana, aplicável a estas estruturas [11].

Quase todos os tipos de cúpulas são cascas de revolução (ver figura 4). Assim, a curva geratriz ou de revolução é chamada de meridiano e o plano que a contém de plano meridiano da superfície. Aos planos horizontais que intersectam a casca atribui-se o nome de paralelos. Quando se fala dos elementos estruturais (normalmente vigas metálicas) diretamente relacionados com estas figuras geométricas, assume-se a definição de “costelas” para os meridianos e a definição de anéis para os paralelos [26].



**Fig. 4** – Casca de revolução obtida por rotação de uma curva em torno de um eixo [11].

### 2.2.2 VANTAGENS

O círculo é a forma geométrica que abrange mais área com o menor perímetro. O arco circular tem sido reconhecido como um dos métodos mais eficientes e económicos de materializar estruturas de longo vão [10]. Consequentemente, a estrutura gerada pela rotação de um arco em torno do eixo vertical, traduz-se também numa economia de materiais e de maximização da área coberta.

O edifício resultante permite também confinar uma grande área sem ter que se recorrer a pilares. Assim, a cúpula é especialmente utilizada para estruturas acessíveis ao público por diversas razões [2]:

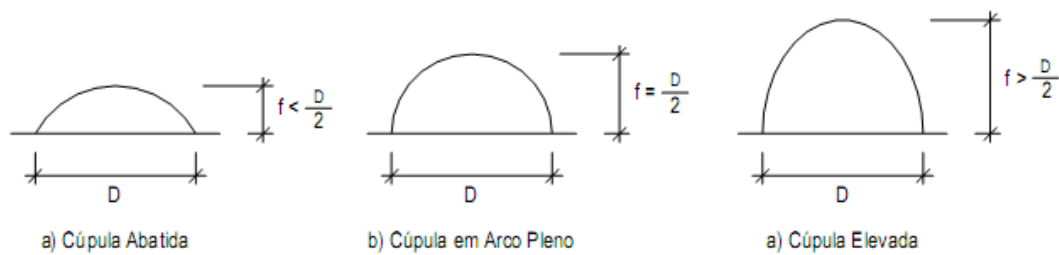
- É económica;
- O círculo situa o maior número de assentos perto do palco ou arena;
- A não existência de pilares permite um melhor campo de visão;
- Corredores radiais permitem maximizar o escoamento de entradas e saídas;
- Minimiza a circulação necessária através do edifício até às áreas de assentos.

### 2.2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS CÚPULAS

As cúpulas são classificadas de diversas formas. Os sistemas de classificação são muito genéricos, motivo pelo qual a mesma cúpula pode ser enquadrada em vários sistemas [26].

#### a) Classificação quanto à flecha

Conforme mostra a Figura 5, as cúpulas podem ser classificadas como: (i) abatidas, (ii) em arco pleno ou (iii) elevadas, dependendo da sua flecha.



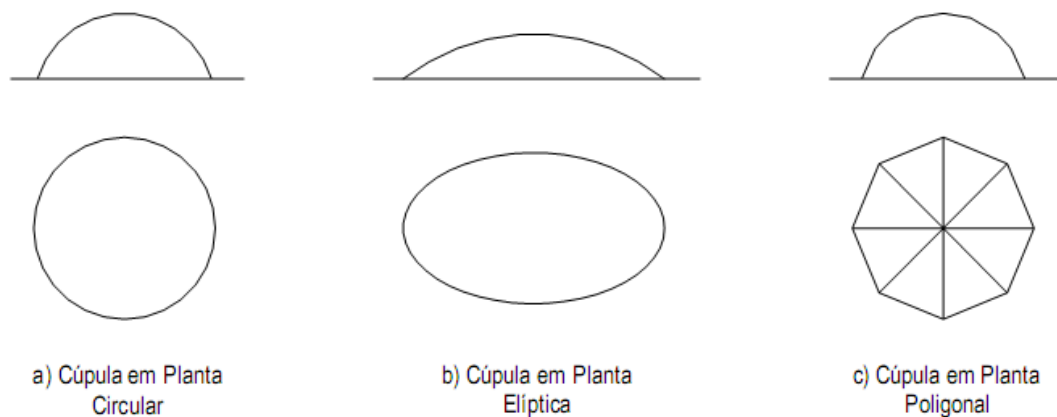
**Fig. 5** – Classificação de cúpulas quanto à sua flecha[11].

Este fator tem importância considerável em termos de consumo de material e distribuição de esforços internos da estrutura. De facto, sabe-se que quanto mais a geometria se aproximar da configuração hemisférica menores serão os esforços internos e quanto mais afastada (cúpula abatida ou elevada) maiores os esforços.

Numa perspetiva de consumo de material, aumentando a flecha obriga a elementos com maior comprimento e menor robustez, já a diminuição da flecha implica elementos com menor comprimento e maior robustez. A situação que otimiza o volume de material depende de diversos fatores, entre os quais se destacam o tipo e intensidade do carregamento aplicado e a distribuição dos elementos resistentes da estrutura [10].

#### b) Classificação quanto à forma em planta

Segundo a forma em planta as cúpulas podem ser classificadas como: (i) cúpula com planta circular, (ii) cúpulas com planta elíptica ou (iii) cúpulas com planta poligonal, conforme se ilustra na Figura 6.

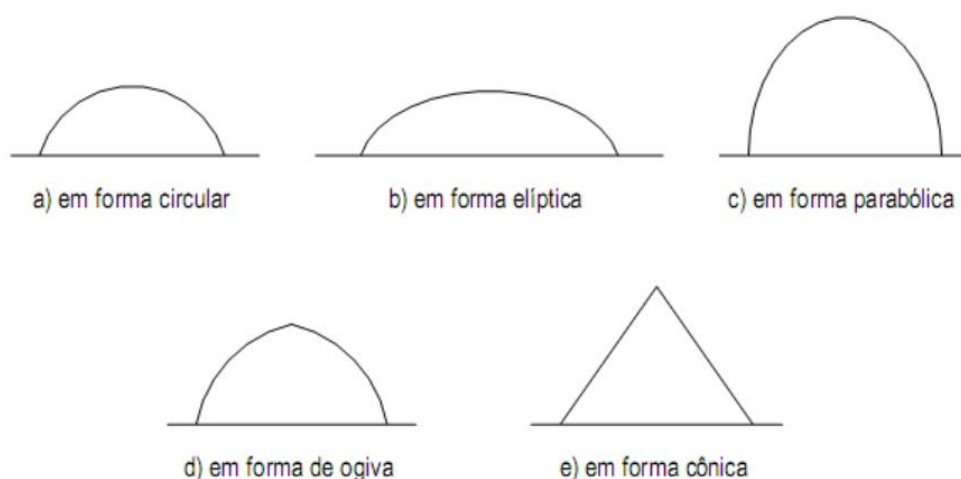


**Fig. 6** – Classificação de cúpula quanto à sua forma em planta [11].

A mais utilizada hoje em dia na construção metálica é a cúpula com planta poligonal, por facilitar a prefabricação e aplicação dos elementos da estrutura [2]. Note-se contudo que a maioria das formas poligonais apresenta tantos lados que dão um aspeto curvo à planta. Associadas a este tipo de planta aparecem muitas vezes as estruturas geodésicas, compostas por polígonos planos onde a intersecção das linhas retas destes polígonos, isto é, os seus vértices coincidem com uma superfície esférica ou oval. Estas últimas serão descritas mais à frente.

c) Quanto à forma dos meridianos ou “costelas”

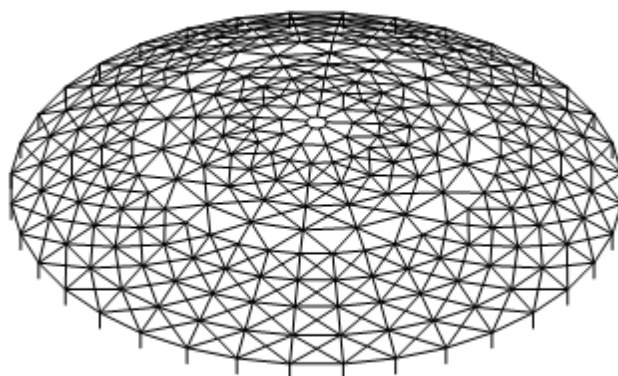
Conforme a curva utilizada como geratriz para gerar a casca de revolução, as cúpulas podem ser caracterizadas da seguinte forma: (i) com forma circular, (ii) forma elíptica, (iii) forma parabólica, (iv) em ogiva ou (v) forma cônica, conforme se ilustra a Figura 7.



**Fig. 7** – Classificação de cúpulas quanto à forma dos meridianos ou “costelas” [11].

d) Classificação quanto à forma construtiva

Sob este ponto de vista, as cúpulas podem ser classificadas como (i) monolíticas ou (ii) reticuladas. O primeiro caso acontece usualmente quando se utiliza o betão armado como material de construção e traduz-se numa estrutura muito hiperestática e com nós rígidos. Já o segundo caso acontece normalmente quando se opta por uma estrutura metálica ou de madeira, o que faz com que se tenham de usar outro tipo de ligações entre elementos, recorrendo-se normalmente a treliças. Apresentam-se exemplos desses dois tipos de cúpula na Figura 8.



**Fig. 8** – Cúpula reticulada (variação do tipo Schwedler)[13].

As cúpulas podem ainda ter espessura constante ou variável, sejam elas monolíticas ou treliçadas (no caso das treliçadas a espessura corresponde à espessura das treliças). As cúpulas treliçadas, por serem as mais executadas, são ainda divididas em diversos tipos e subtipos, que serão descritos mais adiante.

e) Classificação quanto a disposição do seu vértice

As cúpulas podem ser de (i) vértice aberto ou (ii) vértice fechado, conforme ilustra a Figura 9. Em algumas cúpulas treliçadas o vértice é aberto com vista a facilitar o seu processo de montagem. As cúpulas abertas suportam habitualmente uma outra cúpula no seu lado exterior de modo a permitir a vedação da cobertura ou auxiliar na iluminação interna da edificação. Este último tipo tem também a vantagem de não obrigar à execução de um nó de ligação no topo que, por norma, é difícil de realizar.



**Fig. 9** – Classificação de cúpulas quanto ao vértice [11].

## 2.2.4 CÚPULAS TRELIÇADAS

São cúpulas compostas por elementos lineares de pequeno comprimento ligados entre si e dispostos de modo a aproximar a forma de uma casca contínua. Este tipo de estrutura apresenta um

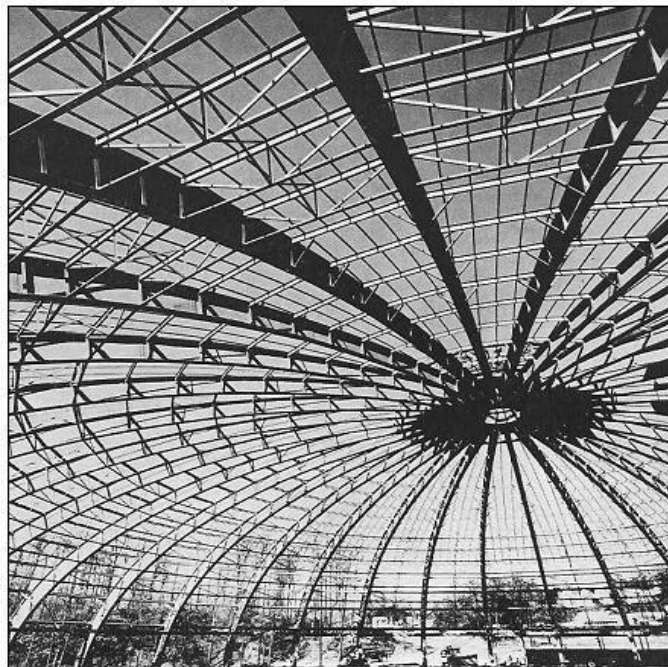
comportamento semelhante ao das cascas monolíticas finas, ou seja, resiste a esforços normais e de flexão.

É a disposição dos elementos que define os vários sistemas estruturais das cúpulas treliçadas. Estes sistemas devem ser estudados individualmente por apresentarem comportamentos diferentes. Os tipos de cúpulas mais utilizados atualmente são definidos de seguida.

a) Cúpulas nervuradas

São constituídas por nervuras meridionais ou “costelas” em arco igualmente espaçadas entre si, suportadas por um anel de compressão em cima e por um anel em tração na base. Na estrutura resistente, são ainda colocados anéis intermédios com uma área e inércia muito menor que as nervuras, cuja função é servir de apoio às placas de cobertura. A acentuada diferença na geometria das nervuras e dos anéis é uma das características que diferencia o sistema estrutural nervurado dos outros.

Esse é um dos sistemas estruturais mais antigos sendo, no entanto, utilizado até aos dias de hoje, pela facilidade de execução que apresenta. O facto de as nervuras terem todas as mesmas dimensões constitui uma grande vantagem no fabrico e montagem das mesmas.



**Fig. 10** – Exemplo de cúpula nervurada com anéis treliçados [12].



**Fig. 11** – Cúpula nervurada com costelas com alma cheia [12].

Como a resistência dos anéis é muito inferior à das nervuras a estrutura apresenta comportamento muito diferente do de uma casca pois tende a comportar-se como um conjunto de arcos a trabalhar independentemente.

#### b) Cúpulas Schwedler

Este sistema foi concebido pelo engenheiro alemão J. W. Schwedler no século XIX e constitui um sistema bastante utilizado nos dias de hoje. Foi proposto com o objetivo de reduzir a inércia dos arcos das cúpulas nervuradas, cujo dimensionamento exigia elementos com secções transversais de grandes dimensões e peso elevado. Tal foi conseguido aumentando a resistência dos anéis e reforçando cada painel trapezoidal da malha costelas-anéis com barras diagonais de contraventamento.

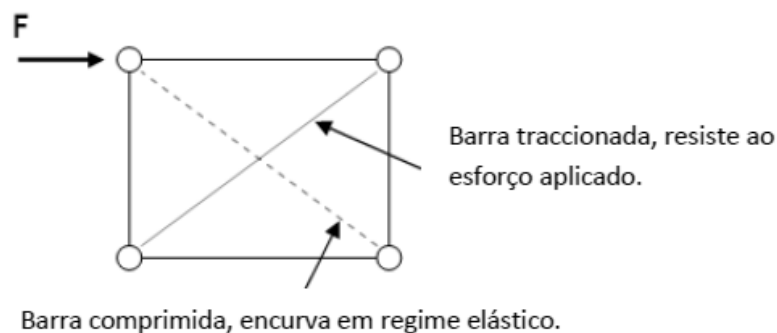
Os anéis horizontais têm dimensões comparáveis com as dos meridianos, o que faz com que se desenvolvam forças circunferenciais capazes de minimizar o momento fletor na superfície da estrutura. Este comportamento, muito semelhante ao de uma casca, tornando possível a utilização de meridianos com menor secção.





**Fig. 12** – Exemplo de cúpula Schwedler com contraventamento flexível [14].

No sistema Schwedler convencional (ver Figura 12) as diagonais de contraventamento trabalham apenas à tração. De facto, utilizando barras com esbelteza muito reduzida, estas perdem a estabilidade em regime elástico mesmo sujeitas a baixas cargas de compressão, ficando apenas as barras tracionadas a suportar o esforço. Este comportamento é exemplificado pela Figura 13. Quando o carregamento deixa de atuar a barra volta à sua posição inicial, apta para encurvar ou trabalhar à tração consoante a situação assim o implique.



**Fig. 13** – Comportamento dos contraventamento flexíveis.

Este sistema estrutural serviu já para elevar cúpulas com diâmetro superiores a 100m. O facto de ser estaticamente determinável sob carregamento simétrico torna facilita o dimensionamento desta estrutura. Por esta razão foi das mais aplicadas no passado, em que os recursos de cálculo eram mais limitados. Hoje em dia é possível calcular estas estruturas com qualquer tipo de carregamento, simétrico ou assimétrico. Um exemplo de dimensionamento de uma cúpula deste tipo será dado mais a frente neste trabalho, onde se explicará mais em detalhe a sua análise.

c) Cúpulas com malha em três direções

As cúpulas de malha em três direções, ou malha triangular, são constituídas por tubos curvos unidos em grupos de três elementos cuja união produz uma malha triangular tridimensional. A união desses grupos de elementos pode ser feita de várias formas, em geral utilizando dispositivos especiais que permitem o encaixe a soldadura dos elementos.

Este tipo de cúpula pode ter malha simples (ver figura 14) ou dupla.



**Fig. 14** – Cúpula com malha simples em três direções [12].

d) Cúpulas de Nós Rígidos

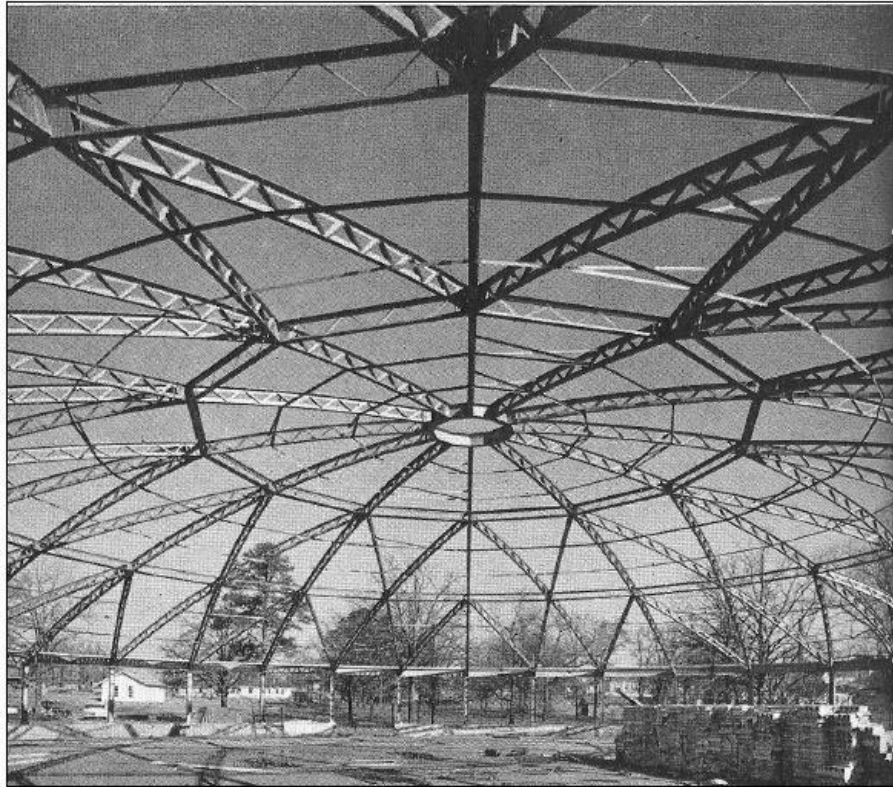
Estas cúpulas apresentam uma alternativa às cúpulas Schwedler quando falamos de resistência ao corte. São compostas por costelas e anéis horizontais ligados rigidamente entre si, não apresentando elementos diagonais nos sectores quadrangulares da malha. Por este motivo, as cúpulas de nós rígidos são consideradas, muitas vezes, como a versão espacial da viga Vierendeel.

Este sistema estrutural apresenta um custo elevado já que é consideravelmente pesado e de difícil execução. Assim, apenas se utiliza este sistema em pequenas coberturas ou no caso de as diagonais serem indesejáveis (como em observatórios ou coberturas envidraçadas).

e) Cúpulas Lamelares

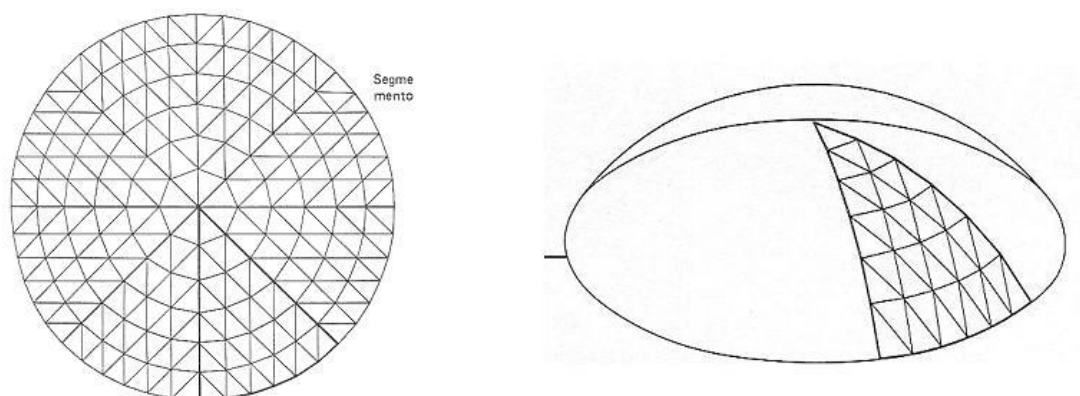
Entende-se por lamela um conjunto de elementos longos e esbeltos, unidos entre si de modo a formarem uma malha triangular estável e bastante resistente. As Figuras 15 e 16 ilustram exemplos de cúpulas lamelares.

Dentro deste tipo de cúpula, existem as de lamelas curvas e lamelas paralelas. Enquanto no primeiro tipo a superfície da cúpula é dividida em áreas com forma de diamante, o sistema de lamelas paralelas consiste em divisões triangulares estáveis.



**Fig. 15** – Exemplo de Cúpula lamelar [12].

Este sistema estrutural foi criado pelo arquitecto alemão M. Zollinger tornando-se muito popular por permitir a fabricação em série das lamelas. Partindo deste sistema, o engenheiro americano Gustel R. Kiewitt desenvolveu um sistema estrutural lamelar no qual as lamelas são dispostas de forma paralela como mostra a Figura 16.



**Fig. 16** – Cúpula lamelar Kiewitt [12].

As maiores cúpulas do mundo são constituídas por lamelas paralelas. Um exemplo notável deste sistema estrutural é o Louisiana Superdome nos Estados Unidos. Esta estrutura é a maior cúpula fixa no mundo, com uma altura de 83 m e diâmetro de 210m, cobre uma área de 53000 m<sup>2</sup> capaz de albergar mais de 75000 espectadores sentados. A cobertura está assente em 2100 pilares de betão e num anel de bordadura que tem como função resistir aos esforços horizontais.

Para se ter uma ideia da importância desta estrutura, sabe-se que o primeiro empreiteiro a que foi adjudicada esta obra, desistiu dela logo no início alegando que “não se sustentaria de pé”. A obra foi terminada quatro anos depois, em 1975, por outro empreiteiro, tendo sido considerada por muitos como um triunfo da engenharia mundial.



**Fig. 17** – Louisiana Superdome [15].

#### f) Cúpulas Geodésicas

Segundo Kahn [16], a primeira estrutura geodésica a ser construída foi a Cúpula do Planetário da indústria óptica Zeiss concluída em 1922 na cidade de Jena, Alemanha (ilustrada na Figura 18).



**Fig. 18** – A construção da Cúpula do Planetário Zeiss em Jena, na Alemanha [17].

Pode-se definir uma estrutura geodésica como uma superfície composta por diversos polígonos planos cujos vértices coincidem com uma superfície esférica ou oval. Esta superfície pode ser formada por polígonos regulares planos como triângulos ou quadrados equiláteros, ou também por polígonos irregulares de diferentes formas e até mesmo tridimensionais, gerando, neste caso, malhas mais complexas

As primeiras cúpulas executadas por Fuller tinham a forma de um icosaedro projetado numa esfera, mas já foram utilizados outros poliedros para definir a configuração da cúpula.



## **CAPÍTULO 3 - FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **3.1 DIMENSIONAMENTO**

Para satisfazer esta tarefa fundamental num projeto, devemos ter em consideração três aspetos fundamentais: resistência, condições de serviço e economia. O fator resistência é importante relativamente à integridade e segurança da estrutura em condições de carregamento externo.

A funcionalidade refere-se à aparência, manutenção, durabilidade e bom funcionamento da estrutura quando nesta está a incidir o carregamento de serviço. Aparecimento de fendas, vibração e corrosão são alguns fatores relacionados com as condições de serviço estrutural. A economia incide sobre o custo de material e de mão-de-obra necessários para a realização da obra (projectão, fabrico, construção e manutenção).

No que toca às estruturas metálicas, o objetivo fundamental do dimensionamento é a escolha da dimensão dos perfis a utilizar, de modo a verificar os três critérios atrás referidos. A base histórica do processo de dimensionamento foi a experimentação. Contudo, hoje em dia, o desenvolvimento da ciência permitiu estabelecer teorias de dimensionamento (elasticidade, plasticidade e estado limite) cujos resultados se têm comprovado conduzir a soluções mais eficientes e económicas. Estas teorias foram o fundamento de várias normas de projeto adotadas tanto em Portugal, como noutros países. O EC3, utilizado neste trabalho, é um exemplo deste tipo de normas.

Neste tipo de estruturas, existe dimensionamento e validação do mesmo. No entanto, a experiencia dos projetistas nesta área conta muito. Como sabemos, todos os componentes utilizados neste tipo de estruturas são estudados individualmente.

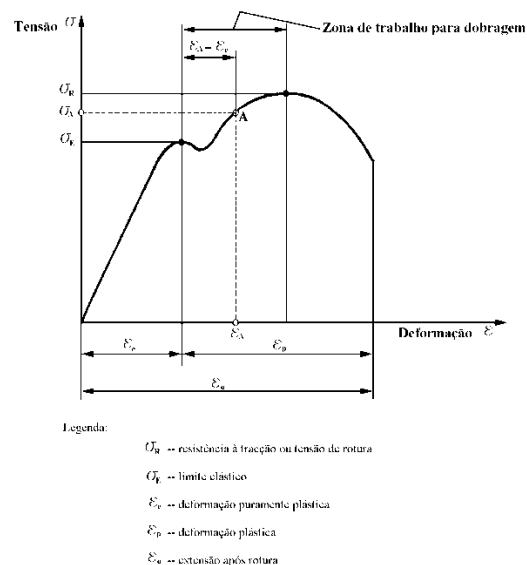
No projeto deste tipo de estruturas, o projetista usa sempre um coeficiente de segurança alto, devido à fragilidade da mesma.

#### **3.2.1 TEORIA DA ELASTECIDADE**

A teoria da elasticidade defende que o comportamento do aço, quando carregado abaixo da tensão de cedência. Com base nesta teoria, assume-se que toda a estrutura obedece à lei de Hooke, voltando ao seu estado inicial ao remover o carregamento, quando a tensão de cedência não foi ultrapassada. Na Figura 19 apresenta-se o gráfico tensão-deformação do aço estrutural corrente.

Para efetuar o dimensionamento, admite-se a estrutura sujeita a carregamentos correspondentes a situações extremas, com uma probabilidade muito baixa (definida nos regulamentos

estruturais) de ocorrerem durante a sua vida útil. Estruturas estaticamente determinadas são analisadas usando apenas considerações de equilíbrio estático, enquanto para estruturas estaticamente indeterminadas se recorre geralmente à teoria da elasticidade linear para obtenção dos esforços. Os vários carregamentos podem ser combinados por sobreposição de modo a obterem-se os casos mais desfavoráveis para o dimensionamento [26].



**Fig. 19** – Diagrama tensão-deformação do aço estrutural corrente [24].

Durante o dimensionamento são calculadas as dimensões da secção dos vários elementos da estrutura, garantindo que as tensões permitidas não são excedidas. As tensões resistentes são reduzidas, por exemplo, quando pode ocorrer instabilidade devida à encurvadura, nomeadamente em membros esbeltos. As deformações dos membros quando sujeitos ao carregamento de serviço devem ser calculadas como parte da análise e comparadas com os limites impostos pelos códigos.

As tensões admissíveis são obtidas dividindo a tensão de cedência ou a tensão crítica de encurvadura (em caso de elementos suscetíveis de instabilidade) por um fator de segurança para ter em conta variações na resistência dos materiais, falhas durante o processo de fabrico, possíveis sobrecargas, etc [26].

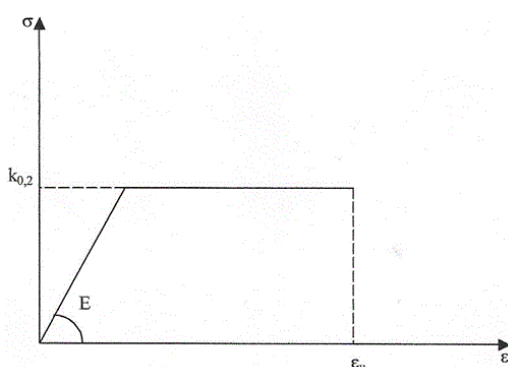
### 3.2.2 DIMENSIONAMENTO PLÁSTICO

A teoria da plasticidade [19] considera que quando um elemento metálico é carregado para além do ponto de cedência, a tensão permanece constante enquanto a extensão aumenta, processo



retratado na Figura 20. Para uma viga sujeita a um acréscimo de carregamento este comportamento traduz-se pela formação de uma rótula plástica considerando apenas a resistência plástica da secção ao momento fletor.

A teoria plástica é baseada na determinação da menor carga que causa o colapso da estrutura, ou seja, da carga que provoca a formação de rótulas plásticas suficientes para a estruturas se tornar num mecanismo. Genericamente, são três os requisitos essenciais para a análise plástica de estruturas: (i) verificação de equilíbrio, (ii) satisfação dum critério de cedência e (iii) verificação de colapso plástico da estrutura.



**Fig. 20** – Modelo plástico do comportamento físico do aço [20].

Durante o dimensionamento a estrutura é sujeita a cargas majoradas e analisada plasticamente. De um modo sistemático, a carga de colapso plástico de uma estrutura será atingida quando: (i) se tiver uma distribuição de momentos estaticamente admissível; (ii) os momentos atuantes não forem superiores ao momento plástico da secção (critério de cedência); (iii) a estrutura se tiver transformado num mecanismo.

Os métodos de análise plástica limite podem ser: (i) limite inferior, conduzindo a uma estimativa da carga de colapso plástico da estrutura por defeito (estando do lado da segurança), já que dos três requisitos acima enunciados não obriga à formação de uma mecanismo; (ii) de limite superior, conduzindo a uma estimativa da carga de colapso plástico da estrutura por excesso (insegura), já que dos três requisitos acima não obriga a uma distribuição de momentos estaticamente admissível [18].

Os programas de cálculo automático têm-se revelado muito eficazes na análise elásto-plástica de estruturas que primeiramente apresentam comportamento elástico e, à medida que o carregamento aumenta, se formam sucessivamente rótulas até se tornar num mecanismo. Para uma análise mais

detalhada destas estruturas, podem-se ter em conta as suas deformações. No entanto, estes efeitos de segunda ordem apenas se tornam significativos em estruturas esbeltas e/ou suscetíveis de oscilar[26].

### **3.2.3 DIMENSIONAMENTO A PARTIR DA TEORIA DOS ESTADOS LIMITE**

Tendo sido desenvolvido primeiramente com o objetivo de analisar estruturas em betão armado, este tipo de análise é agora aceite como um ótimo método de dimensionamento para todo o tipo de materiais. Inclui princípios das teorias da elasticidade e plasticidade e incorpora ainda outros fatores relevantes de modo a obter resultados realistas. A teoria do estado limite tem na sua base os seguintes conceitos [26]:

- São tidas em conta, individualmente, todas as condições que possam causar o colapso da estrutura ou o seu mau desempenho para o seu uso predefinido. Estes estados definem-se como estados limite;

- O dimensionamento é baseado no comportamento dos materiais e estruturas reais estabelecido a partir de testes e observações de longa duração. A boa prática deve ser respeitada com vista a não se atingirem alguns estados limite.

- O dimensionamento assenta em bases estatísticas e teorias probabilísticas. É sabido que nenhum dimensionamento pode ser considerado inteiramente seguro, apenas uma baixa probabilidade de não se atingir um estado limite pode ser garantida. No entanto, até ao presente não tem sido possível efetuar um dimensionamento inteiramente probabilístico, pelo que a base desta teoria se mantém principalmente determinística.

- Coeficientes de segurança independentes, para cargas e materiais, são estabelecidos. Isto permite uma maior garantia frente a incertezas relativas ao carregamento, variações na resistência dos materiais e os efeitos das imperfeições durante o fabrico e elevação da estrutura. Tais coeficientes conferem ainda uma reserva de resistência contra o colapso.

Em Portugal o código de estado limite atualmente utilizado para dimensionamento de estruturas de aço, é o Eurocódigo 3.

### **3.2.4 ANÁLISE PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS (MEF)**

A contínua evolução dos recursos informáticos computacionais tem levado a uma crescente utilização e credibilidade do método dos elementos finitos. Hoje em dia, é corrente o uso de elementos bi ou tridimensionais, constituindo este método uma poderosa ferramenta para análise de estruturas.

O Eurocódigo 3 permite a utilização do método dos elementos finitos e métodos avançados de análise.

O MEF é hoje em dia utilizado por quase todos os projetistas para que se possa dar uma resposta em tempo útil à necessidade de justificação da segurança de uma estrutura. Verifica-se que hoje em dia, que quase a totalidade dos projetistas de estruturas apenas se preocupa com a utilização do correspondente *software* e com a interpretação dos resultados obtidos. Para que os MEF sejam de grande confiança, tem-se verificado que existe no mercado um vasto número de empresas especializadas que se dedica apenas ao desenvolvimento de *software*. Em suma, para um utilizador deparado com um problema de análise estrutural, torna-se bastante acessível resolver o problema com o *software*, visto este ser bastante intuitivo, e bastante acessível para a obtenção de resultados credíveis, mesmo quando se desconhece o modelo utilizado. Os *softwares* estão cada vez mais apurados e precisos, sendo possível fazer análises complexas, num curto espaço de tempo.

### **3.3 TIPOS DE ANÁLISE**

A análise estrutural permite ao engenheiro o conhecimento da resposta de uma estrutura submetida a diversos tipos de ações.

Geralmente, entende-se como resposta da estrutura, os deslocamentos e os esforços internos produzidos por um dado carregamento. Porém, o conceito de resposta pode abranger outros parâmetros, como por exemplo, a frequência de vibração sob a Ação de cargas dinâmicas.

Com os resultados da análise estrutural obtidos, o engenheiro pode dimensionar adequadamente a estrutura, para que a mesma não apresente deslocamentos excessivos e nunca venha a ser solicitada além da sua capacidade resistente, assegurando-se desta forma, o conforto e a segurança por parte dos seus utilizadores [26].

A avaliação do comportamento de uma estrutura, submetida a um conjunto de ações, é efetuada através do estabelecimento de relações entre as ações e os efeitos por elas provocados (por exemplo, tensões, deformações, deslocamentos). A determinação dessas relações requer a consideração de quatro tipos de equações [21]:

- (i) Equações de Equilíbrio - Estabelecem relações entre forças aplicadas e tensões desenvolvidas no elemento.
- (ii) Relações Constitutivas - Relacionam tensões e deformações.
- (iii) Relações Cinemáticas - Estabelecem relações entre deformações e deslocamentos.

(iv) Equações de Compatibilidade - Garantem que a estrutura respeita as ligações dos vários elementos entre si e dos vários elementos com o exterior (condições de fronteira do problema). São normalmente incluídas nas equações cinemáticas.

O nível de precisão dos resultados da análise de uma estrutura depende, em grande parte, do número e tipo de hipóteses simplificativas adotadas na formulação dos tipos de equações anteriormente mencionados. Assim, os diferentes tipos de análise existentes e os correspondentes graus de aproximação em relação à solução "exata" de um determinado problema (solução que descreve o comportamento real da estrutura) dependem das simplificações adotadas.

Assim, a análise estrutural depende de vários fatores, de entre os quais:

- i. Variação das ações com o tempo
- ii. Configuração da estrutura em que o equilíbrio é estabelecido (deformada ou indeformada)
- iii. Comportamento adotado para o material

Quanto ao primeiro fator este pode ser classificado como estática ou dinâmica.

Quanto ao segundo, a análise pode ser classificada como de primeira ordem, quando o equilíbrio é estabelecido na configuração indeformada da estrutura, de modo a que os deslocamentos provocados pelos carregamentos não introduzam esforços adicionais; ou de segunda ordem, quando o equilíbrio é estabelecido na configuração deformada, ou seja, quando os deslocamentos introduzem esforços adicionais na estrutura. A análise de segunda ordem pode também designar-se como análise geometricamente não linear.

### **3.4 REGULAMENTAÇÃO**

O projeto de estruturas de metal fabricadas em Portugal é regulamentado pelo Regulamento de Estrutura de Aço para Edifícios (REAE) [22]. Porém, com o objetivo de uniformizar as regras de cálculo e dimensionamento para os diversos tipos de estrutura, procedeu-se desde o início da década de 70, ao desenvolvimento de regulamentos europeus para o dimensionamento de estruturas designados por Eurocódigos.

Os Eurocódigos são designados da seguinte forma:

- EN 1990 Eurocódigo 0: Bases de Projeto
- EN 1991 Eurocódigo 1: Ações de Estruturas
- EN 1992 Eurocódigo 2: Projeto de Estruturas de Betão

- EN 1993 Eurocódigo 3: Projeto de Estruturas de Aço
- EN 1994 Eurocódigo 4: Projeto de Estruturas Mistas Aço-Betão
- EN 1995 Eurocódigo 5: Projeto de Estruturas de Madeira
- EN 1996 Eurocódigo 6: Projeto de Estruturas de Alvenaria
- EN 1997 Eurocódigo 7: Projeto Geotécnico
- EN 1998 Eurocódigo 8: Disposições para Projeto de Estruturas Resistentes aos Sismos
- EN 1999 Eurocódigo 9: Projeto de Estruturas de Alumínio

Além dos Eurocódigos, existem também Apêndices Nacionais que os complementam, realizados pelos organismos de normalização nacionais (em Portugal, o LNEC e o IPQ), onde são indicadas disposições específicas aplicáveis a cada país, tais como: aspetos climáticos, de zonamento sísmico, etc [26].

### **3.5 DISPOSIÇÕES DOS EUROCÓDIGOS PARA ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DE CÚPULAS METÁLICAS**

#### **3.5.1 AÇÕES**

As ações a utilizar na análise de estruturas encontram-se especificadas no Eurocódigo 1, como já dito anteriormente. As ações permanentes e as sobrecargas num projeto de estruturas metálica podem-se resumir a [26]:

##### **a) Ações Permanentes**

- Peso próprio da estrutura resistente
- Peso próprio do revestimento
- Peso próprio de elementos de iluminação ou suspensão de cargas

##### **b) Ações Variáveis**

- Sobrecarga na cobertura
- Efeito da variação da temperatura
- Ações devidas ao vento
- Ações devidas à neve
- Ações devidas ao sismo

Visto que a estrutura em análise neste trabalho não é essencialmente a estrutura da cúpula, mas sim a estrutura interior de suporte do gesso cartonado, não vamos considerar as ações variáveis, como ação devidas ao vento, neve, temperatura e sismo [18].

### **3.5.1.1 AÇÕES PERMANENTES**

Devido à utilização de programas de cálculo automático, o peso próprio da estrutura resistente pode, hoje em dia, ser avaliado automaticamente. Para tal, é apenas necessário definir a geometria da estrutura e o peso volúmico dos materiais que a constituem.

O peso volúmico do aço estrutural, definido no Apêndice A do EC1 é de 77,0 a 78,5 kN/m<sup>3</sup>. Neste trabalho utilizou-se um valor médio de 78 kN/m<sup>3</sup>.

Relativamente ao peso próprio do revestimento, varia normalmente de 0,05 a 0,5 kN/m<sup>2</sup> [10] dependendo obviamente do material e tipo de solução empregue. As soluções metálicas de revestimento mais comuns encontram-se detalhadas na literatura, sugerindo-se, para cálculo do seu peso e de outros revestimentos, o recurso às Tabelas Técnicas [23].

Neste tipo de estrutura existe muitas vezes a necessidade de acrescentar certos elementos de iluminação, som, etc., que funcionam como suspensões. No sentido de cobrir esta ação, é usual adicionar-se uma parcela ao peso próprio, que varia consoante os elementos a suspender. Geralmente, esta parcela não ultrapassa os 0,3 kN/m<sup>2</sup> [10].

### **3.5.1.2 SOBRECARGA**

A sobrecarga varia consoante a categoria de utilização da cobertura definida na Tabela 1 (Quadro 6.9 do EC1-1-1). Coberturas de cúpulas são classificadas na sua grande maioria como tendo categoria H. Os valores recomendados podem-se retirar da Tabela 2 (Quadro 6.10 do EC1) e são: para a carga distribuída,  $q_k = 0,4$  kN/m<sup>2</sup> e para a carga concentrada,  $Q_k = 1,0$  kN. Estas cargas devem ser aplicadas na projeção horizontal da cobertura em causa.

Devem-se verificar as ações da carga concentrada e da carga uniformemente distribuída atuando separadamente. No entanto, fazendo uma análise rápida, deduz-se que a carga distribuída é sempre mais gravosa. Assim, neste trabalho considera-se apenas a Ação da sobrecarga uniformemente distribuída.

Os esforços de dimensionamento nos anéis produzidos pela sobrecarga parecem dividir os projetistas. Enquanto a maioria aplica as cargas variáveis em toda a superfície da cúpula, alguns autores defendem que estas se devem distribuir de forma a obter os esforços máximos de

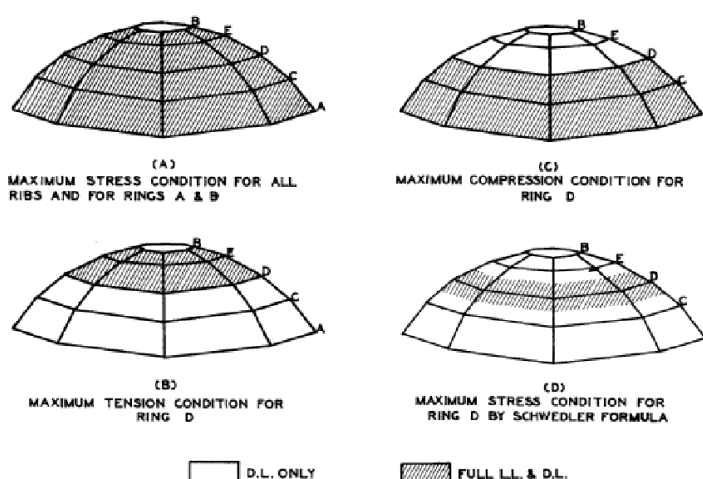
dimensionamento para cada anel intermédio. A Figura 21 ilustra alguns métodos usados para obtenção dos esforços máximos nos anéis. Neste trabalho admitiu-se que as cargas variáveis incidem sobre toda a superfície. Um estudo mais aprofundado pode ser feito através da aplicação de teoria da membrana a estruturas deste tipo [26].

**Tabela 1** – Categorias de coberturas [25].

Categoria	Utilização específica
H	Coberturas não acessíveis, excepto para operações de manutenção e reparação correntes
I	Coberturas acessíveis com utilizações definidas nas Categorias A a G
K	Coberturas acessíveis para utilizações especiais, tais como aterragem de helicópteros

**Tabela 2** – Sobrecargas em coberturas da Categoria H [25].

Cobertura	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
Categoria H	$q_k$	$Q_k$
<p><b>NOTA 1:</b> Para a Categoria H, <math>q_k</math> poderá ser escolhido na gama 0,0 kN/m<sup>2</sup> a 1,0 kN/m<sup>2</sup> e <math>Q_k</math> na gama 0,9 kN a 1,5 kN. Quando se indica uma gama de valores, os valores a adoptar poderão ser definidos no Anexo Nacional. Os valores recomendados são: <math>q_k = 0,4</math> kN/m<sup>2</sup>, <math>Q_k = 1,0</math> kN.</p> <p><b>NOTA 2:</b> <math>q_k</math> poderá ser alterado pelo Anexo Nacional, em função da inclinação da cobertura.</p> <p><b>NOTA 3:</b> Poderá admitir-se que <math>q_k</math> actua sobre uma área A, a qual poderá ser definida no Anexo Nacional. O valor recomendado para A é 10 m<sup>2</sup>, numa gama entre zero e a área total da cobertura.</p> <p><b>NOTA 4:</b> Ver também 3.3.2(1).</p>		



**Fig. 21** – Distribuição das cargas com vista a obter esforços máximos [11].

### 3.6 MATERIAIS

Atualmente o aço é o material com a melhor combinação das relações resistência/ peso e resistência/preço, estamos sem dúvida a tirar partido do binómio preço e peso, quando pretendemos resistência. Por esta relação ser favorável, emprega-se tão generalizadamente o aço, quando o fator resistência é determinante.

Os perfis produzidos a partir de chapa de aço laminada a frio e galvanizada a quente, permitem a escolha de diferentes qualidades de aço estrutural, certificando desta forma as características do material empregue e garantindo ao projetista as propriedades necessárias a um cálculo seguro e eficaz.

Perfis *standards* de aço estrutural produzidos em Portugal, utilizam geralmente o aço S280GD+Z275, em espessuras entre 0,5 a 3mm, com pesos variando desde os 2,4 aos 8kg/m linear de perfil.

A galvanização, ou seja uma proteção à corrosão, derivada de um revestimento de zinco aplicado a quente, permite o emprego de baixas espessuras de chapa de aço, já que não haverá a necessidade de se considerarem sobre espessuras de corrosão.

### 3.7 MÉTODO CONSTRUTIVO

Este método construtivo emprega como principio a distribuição linear de cargas ao longo de todas as paredes estruturais. Para esse efeito utiliza a repetição, geralmente a cada 60 cm, de elementos pilar/viga suportando, cada um destes leves conjuntos, a pouca carga que lhe compete. Tal como numa teia, a totalidade da carga será distribuída através das inúmeras ligações entre elementos, sendo a capacidade resistente do conjunto muito significativa. Também porque os elementos da estrutura são de baixa espessura e alta flexibilidade, o conjunto revela uma elasticidade muito significativa, capacidade esta que associada a uma muito baixa inercia, lhe permite um comportamento excelente quando sujeito a ações sísmicas.

O princípio que orienta este método construtivo não é novo, é o mesmo da Gaiola Pombalina utilizada em Lisboa apos o terramoto de 1755. Desde aí os materiais e tecnologias evoluíram mas o conceito construtivo é o mesmo.

Quando numa parede estrutural se pretende rasgar um vão, para uma porta ou janela, há que se criar uma verga sobre o vão aberto e reforçar os pilares laterais que servirão de ombreiras. Operação simples de executar, em que os perfis que serviriam para fechar essa parede, agora movidos para as ombreiras, receberão o esforço suportado pela verga da porta. Sem necessidade de cofragens



e tempos de secagem, a criação de um vão é realizada com pouco mais trabalho que a execução de uma parede.

Sabendo que não há obras sem alterações de última hora, uma modificação, embora sendo sempre um transtorno na sequência dos trabalhos, é geralmente feita com menores custos, dado que muito do material que tinha antes sido aplicado a realizar a primeira versão, pode ainda ser empregue na alteração, com um mínimo de desperdício de materiais e criação de entulho.

O rigor das medidas é obrigatório na montagem dos perfis já que na aplicação dos revestimentos, as juntas das placas terão de encontrar um perfil onde aparafusar. Se utilizamos placas de gesso cartonado no revestimento interior, estas apresentam como medidas *standart* 1,2m de largura e 2,4m de comprimento.

### **3.7.1 CONSTRUÇÃO**

Na construção de raiz a estrutura metálica será aplicada sobre as fundações em betão armado, numa sequência normal de trabalho, e fixa a estas por bucha metálica ou bucha química e varão roscado.

Os elementos enterrados como caves, serão obrigatoriamente executados em betão armado.

Quando se pretende uma maior rapidez de execução, é possível uma equipa de serralheiros executar as paredes em painéis, na horizontal, fora do local, enquanto decorre a execução das fundações pelos especialistas do betão. Ganha-se com esta antecipação, pela execução simultânea de duas tarefas que seriam geralmente sequenciais, uma maior rapidez num processo que já de si é mais rápido que o tradicional betão e os seus tempos de preparação e secagem.

Esta pré-fabricação tanto permite a construção próxima do local da obra, como a fabricação em armazém ao abrigo dos caprichos do clima.

### **3.7.2 RECONSTRUÇÃO**

Na reconstrução, área que ainda vai animando o mercado da construção civil, este sistema construtivo tem marcado positivamente a sua presença, convencendo tanto arquitetos como engenheiros. Seja pela resolução de problemas intrínsecos à reconstrução, como pelas soluções simples que permitem uma rentabilização dos trabalhos e grande rapidez dos mesmos, assim como pelo espaço libertado, este tipo de solução ganha.

Na reabilitação de um edifício, um objetivo fulcral da obra passa pela avaliação, análise e correção do estado da estrutura. Se na consolidação da estrutura existente, o betão armado pode ser

uma solução adequada a cintagem do edifício, já na reconstrução e ampliação de elementos como telhados, lajes, paredes, escadas, a sua utilização, poderá levar a sobrecargas evitáveis numa estrutura já de si fragilizada e que se pretende melhorar.

Com a utilização de perfis de aço de baixa espessura, teremos uma estrutura leve, que sobrecarrega muito menos o edifício antigo, permitindo-se assim recuperações mais racionais e económicas.

Quando se trata de reconstrução de edifícios numa cidade, estamos geralmente a intervir nas zonas antigas, onde as ruas são mais estreitas e os acessos complicam as indispensáveis descargas de materiais.

O transporte e elevação dos materiais empregues, dada a sua leveza, podem ser feitos manualmente, permitindo a sua utilização em locais de difícil acesso. É uma obra seca, dispensando totalmente a utilização de água. Quase isenta de desperdícios, e muito mais limpa e rápida que a construção tradicional.

As vantagens construtivas, há que associar o resultado da utilização de materiais específicos para as funções requeridas pelo indispensável conforto térmico e acústico, num ambiente isento de humidades indesejadas.

Arquitetos conhecedores deste método têm uma maior liberdade para a utilização da sua imaginação.

Com uma divulgação crescente, associado a um maior número de trabalhos realizados e soluções encontradas, o mercado da reabilitação está a ganhar o conhecimento e experiência, geradores da necessária confiança no sistema. A crescente procura de soluções para a recuperação dos edifícios e a necessidade de utilização de meios e materiais mais eficientes, levará obrigatoriamente a uma utilização mais generalizada deste método, se não em toda a construção, pelo menos na reabilitação estrutural.

### **3.8 VANTAGENS DO USO DO AÇO EM CONSTRUÇÃO**

O sistema construtivo em aço apresenta vantagens significativas sobre o sistema construtivo convencional:

- Liberdade no projeto de arquitetura - A tecnologia do aço confere aos arquitetos liberdade criadora, permitindo a elaboração de projetos arrojados e de expressão arquitetónica marcante.

- **Maior área útil** - As seções dos pilares e vigas de aço são substancialmente mais esbeltas do que as equivalentes em betão, resultando em melhor aproveitamento do espaço interno e aumento da área útil, fator muito importante principalmente em garagens.

- **Flexibilidade** - A estrutura metálica mostra-se especialmente indicada nos casos onde há necessidade de adaptações, ampliações, reformas e mudança de ocupação de edifícios. Além disso, torna mais fácil a passagem de utilidades como água, ar condicionado, eletricidade, esgoto, informática, etc.

- **Compatibilidade com outros materiais** - O sistema construtivo em aço é perfeitamente compatível com qualquer tipo de material de fecho, tanto vertical como horizontal, admitindo desde os mais convencionais (tijolos e blocos) até componentes pré-fabricados (lajes e painéis de betão, painéis "drywall", etc).

- **Menor prazo de execução**- A fabricação da estrutura em paralelo com a execução das fundações, a possibilidade de se trabalhar em diversas frentes de serviços simultaneamente, a diminuição de formas e escoramentos e o facto da montagem da estrutura não ser afetada pela ocorrência de chuvas, pode levar a uma redução de até 40% no tempo de execução quando comparado com os processos convencionais.

- **Racionalização de materiais e mão-de-obra**- Numa obra, através de processos convencionais, o desperdício de materiais pode chegar a 25% em peso. A estrutura metálica possibilita a adoção de sistemas industrializados, fazendo com que o desperdício seja sensivelmente reduzido.

- **Alívio de carga nas fundações** - Por serem mais leves, as estruturas metálicas podem reduzir em até 30% o custo das fundações.

- **Garantia de qualidade** - A fabricação de uma estrutura metálica ocorre dentro de uma indústria e conta com mão-de-obra altamente qualificada, o que dá ao cliente a garantia de uma obra com qualidade superior devido ao rígido controlo existente durante todo o processo industrial.

- **Antecipação do ganho** - Em função da maior velocidade de execução da obra, haverá um ganho adicional pela ocupação antecipada do imóvel e pela rapidez no retorno do capital investido.

- **Organização do estaleiro de obra** - Como a estrutura metálica é totalmente pré-fabricada, há uma melhor organização do estaleiro devido, entre outros, à ausência de grandes depósitos de areia, brita, cimento, madeiras e ferragens, reduzindo também o inevitável desperdício desses materiais. O ambiente limpo com menor geração de entulho, oferece ainda melhores condições de segurança ao trabalhador, contribuindo para a redução dos acidentes na obra.

- Reciclabilidade - O aço é 100% reciclável e as estruturas podem ser desmontadas e reaproveitadas.

- Preservação do meio ambiente - A estrutura metálica é menos agressiva ao meio ambiente, pois além de reduzir o consumo de madeira na obra, diminui a emissão de material particulado e poluição sonora geradas pelas serras e outros equipamentos destinados a trabalhar a madeira.

- Precisão construtiva - Enquanto nas estruturas de betão a precisão é medida em centímetros, numa estrutura metálica a unidade empregada é o milímetro. Isso garante uma estrutura perfeitamente aprumada e nivelada, facilitando atividades como o assentamento de esquadrias, instalação de elevadores, bem como redução no custo dos materiais de revestimento.

- Resistência ao Fogo - Todo material perde resistência mecânica quando exposto a ação de altas temperaturas, como as que ocorrem em situações de incêndio. Desta forma, o projeto estrutural deve antecipar esta possibilidade, evitando um possível colapso da estrutura e garantindo a segurança dos ocupantes, além de minimizar perdas económicas.

## **CAPÍTULO 4 – TRABALHO DESENVOLVIDO**

### **4.1 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA**

Depois do estudo da arte, em que se pesquisou materiais e formas de construção em perfilaria ligeira, começou-se por estudar o projeto já desenvolvido para um cliente da Conformetal, para a construção da Assembleia Nacional de Angola.

Numa primeira fase, como o projeto não é da Conformetal, tornou-se necessário estabelecer alguns contatos com a equipa de trabalho responsável pela obra, para perceber o que era necessário explorar e quais os pontos que já tinham sido estudados/previstos.

Portanto, e depois de alguns contatos, foi possível visualizar e estudar ao pormenor o projeto elaborado para a obra. Naturalmente, como é um projeto complexo, esta fase de estudo foi demorada, e levantou muitas dúvidas, devido à existência de muitas estruturas e componentes. Foi portanto, essencial a ajuda da equipa da Conformetal, bem como a ajuda do engenheiro responsável pelo projeto, para esclarecer todos os pormenores.

Nos primeiros passos deste projeto, foram discutidos, entre todos os intervenientes, vários pontos como:

- Se o projeto prevê a sob carregamento da estrutura;
- Esclarecimento sobre a curvatura das placas de gesso cartonado, bem como a distância entre montantes;
- Definição de todos os componentes, a fim de determinar o peso da estrutura;
- Esclarecimentos sobre a estrutura base, na qual a Conformetal vai aplicar a sua estrutura;
- Ligação estrutura-base/estrutura perfilaria, onde suportará todos os esforços, essencialmente o peso da estrutura;
- Deslocamento de ar no interior da cúpula (Eurocódigo 1);
- Esclarecimento sobre o isolamento acústico (BASWAPHON).

Para o dimensionamento da estrutura, a base de cálculo será as encomendas de material do responsável pela obra, visto que os cálculos das necessidades de material já foram efetuados.

Utilizando os dados fornecidos pelo diretor de obra, obteve-se as quantidades de todos os componentes, para assim se poder determinar as ações presentes na estrutura, essencialmente o peso da mesma. Como as encomendas de material, são maioritariamente à Conformetal, tornou-se mais acessível calcular o peso total da estrutura.

- Cálculo peso perfilaria (Apêndice D)

$$TC47 = \text{Volume} * \text{Densidade}$$

$$= 94,7 * 10^{-3} * 1 * 0,55 * 10^{-3} * 7860 = 0,4063 \text{ Kg/ml} \quad (\text{Eq. 4.1.1})$$

$$TC60 = \text{Volume} * \text{Densidade}$$

$$= 122 * 10^{-3} * 1 * 0,55 * 10^{-3} * 7860 = 0,5274 \text{ Kg/ml} \quad (\text{Eq. 4.1.2})$$

$$\text{Facar (tubo retangular)} = 0,110 \times 1 \times 1,5 \times 7,8 = 1,287 \text{ Kg.ml} \quad (\text{Eq. 4.1.3})$$

- Cálculo área em gesso cartonado.

$$\text{Área} = \frac{4 \pi r^2}{2} = \frac{4 \pi * 20^2}{2} = 2513,27 \text{ m}^2 \quad (\text{Eq. 4.1.4})$$

$$\text{Área}_{\text{abertura superior}} = 2 \pi r = 2 \pi * 3 = 18,9 \text{ m}^2 \quad (\text{Eq. 4.1.5})$$

$$\text{Área}_{\text{total}} = 2513,27 - 18,9 = 2494,37 \text{ m}^2 \quad (\text{Eq. 4.1.6})$$

Para o dimensionamento da estrutura interior, desenvolvida pela Conformetal, considerou-se o deslocamento de ar, que poderia acontecer aquando da abertura de uma porta, por exemplo. No entanto, como a área da cúpula é grande (cerca de 2500 m<sup>2</sup>), esta deslocação de ar praticamente não será sentida na estrutura, pelo que não foi atribuído nenhum valor específico.

- Cálculo da carga em cada ponto de fixação

A carga que se utilizou para o dimensionamento foi o peso da estrutura e seus componentes. A estrutura será interior, e praticamente estática depois de montada (ver apêndice O).

Peso estrutura aproximadamente = 71555 Kg

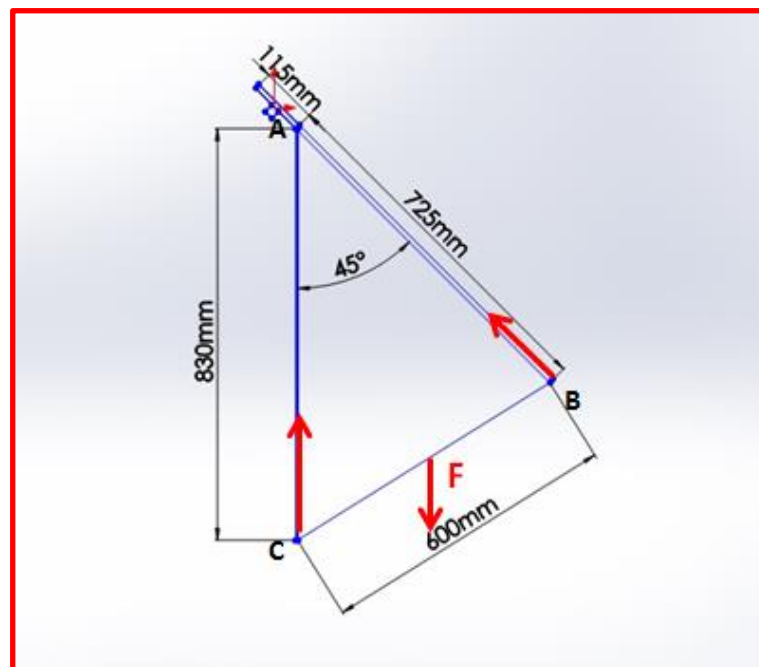
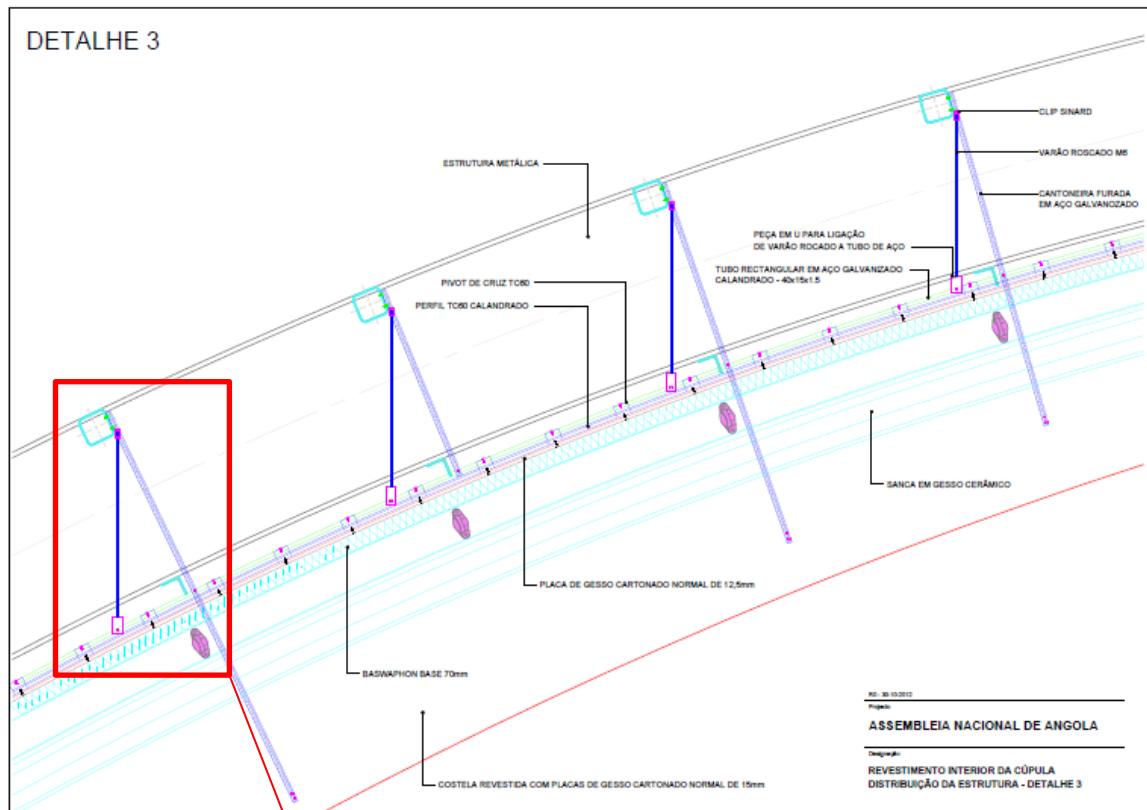
Peso das costelas aproximadamente = 6647 Kg

Peso total aproximadamente = 78202 Kg

Calculando os pontos de fixação, serão aproximadamente 3080, ou seja, o número de varões roscados necessários na obra.

Sendo assim, por cada ponto teremos uma carga de aproximadamente 25,4 Kg ( $78202/3080=25,4 \text{ Kg}= 254 \text{ N}$ ). (Eq. 4.1.7)

Na figura 22, está representado um elemento da estrutura. Considerar as estruturas como deformáveis permite a determinação de forças e reações em problemas estaticamente indeterminados. A determinação da distribuição das tensões numa secção requer a consideração das suas deformações. Quando toda a estrutura estiver aplicada, o varão roscado irá suportar, praticamente a totalidade do peso (representada na figura 22 como segmento AC). O ponto A reapresenta o Clip Sinard, que une o varão roscado à estrutura. O ponto C representa a Peça U (apêndice D), responsável pela união entre o varão roscado e o tubo retangular (Facar). A união no ponto B é feita por aparafusamento. Neste caso, para efeitos de cálculos, a secção útil do varão é 6mm, sendo esta a secção resistente. Assumiremos também, que a força aplicada será apenas o peso dos componentes.



**Fig.22** – Diagrama corpo livre estrutura interior.



Dados:

- Varão classe M6
- Força 254 N
- E= 207 GPa
- L= 830 mm

- Cálculo área varão roscado

$$A = \pi r^2 = \pi * (6 * 10^{-3})^2 = 1,13 * 10^{-4} m^2 \quad (\text{Eq. 4.1.8})$$

- Cálculo tensão

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{254}{1,13 * 10^{-4}} = 2247787 N/m^2 = 2,2 MPa \quad (\text{Eq. 4.1.9})$$

- Cálculo deformação

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} = \frac{FL}{AE} = \frac{1}{E} \left( \frac{FL}{A} \right) = \frac{1}{207 * 10^9} \left( \frac{254 * 830 * 10^{-3}}{1,13 * 10^{-4}} \right) =$$

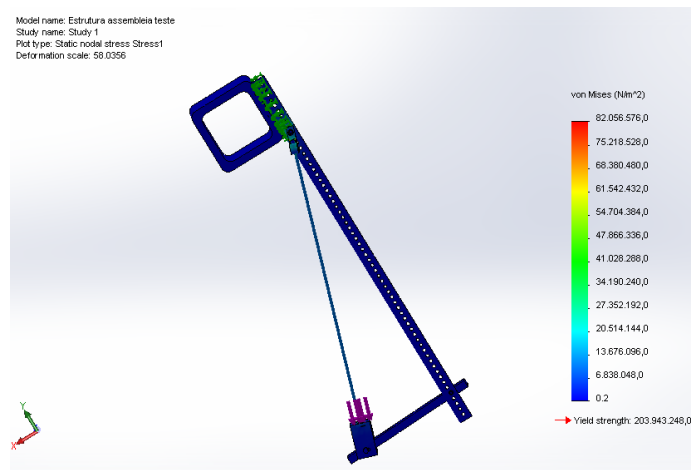
$$9 * 10^{-6} m = 9 * 10^{-3} mm \quad (\text{Eq. 4.1.10})$$

Verifica-se que o varão tem uma tensão inferior à tensão de cedência, pelo que se conclui estar bem dimensionado, até bastante sobredimensionado. Tratando-se apenas este trabalho de validação de resultados, não se pode alterar os componentes. No entanto, estando este varão podia ser reduzido. Como o varão é comprido, este também não pode ser muito fino por poder sofrer flexão facilmente na montagem e a estrutura perderia alguma resistência estrutural.

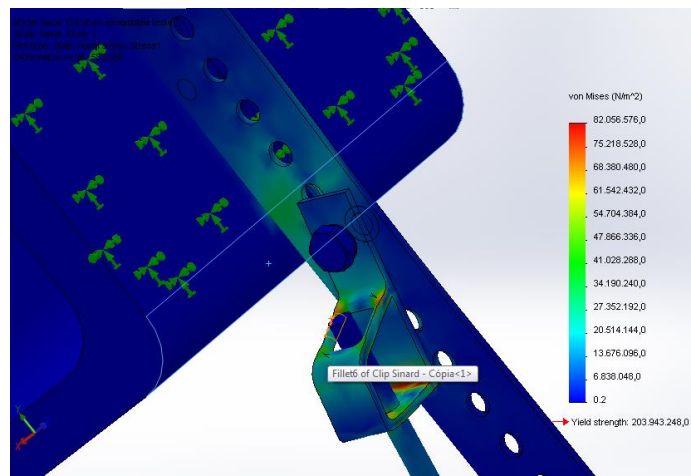
## 4.2 SIMULAÇÃO EM SOLIDWORKS

Para fazermos uma comparação com os dados obtidos experimentalmente, fez-se varias simulações através modelação por elementos finitos. Utilizaram-se três situações, desde o angulo mínimo e o máximo, bem como uma situação intermédia. Sendo assim, os ângulos entre o varão roscado e a alheta são 16°, 45° e 70°. Para todas estas simulações, foi aplicada uma carga de 254 N, visto ser a carga real, aproximadamente, presente em obra (Apêndice O). Verificamos, que estas estruturas dificilmente cedem, visto que as cargas aplicadas em obra são muito baixas para este material e estrutura.

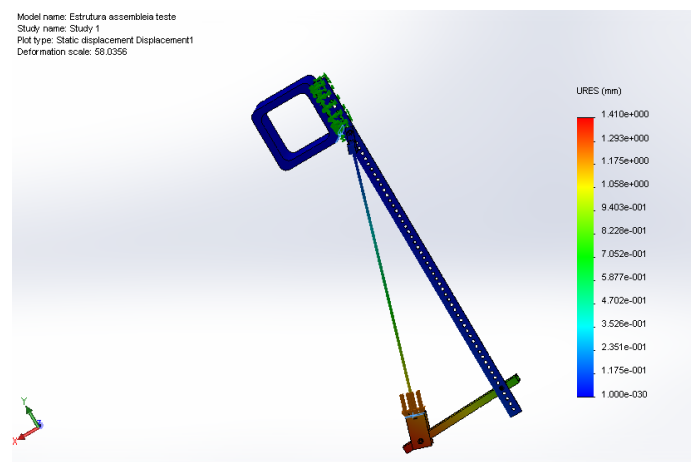
De seguida, são apresentados resultados para a análise a 16°.



**Fig.23** – Estrutura sujeita a tração.

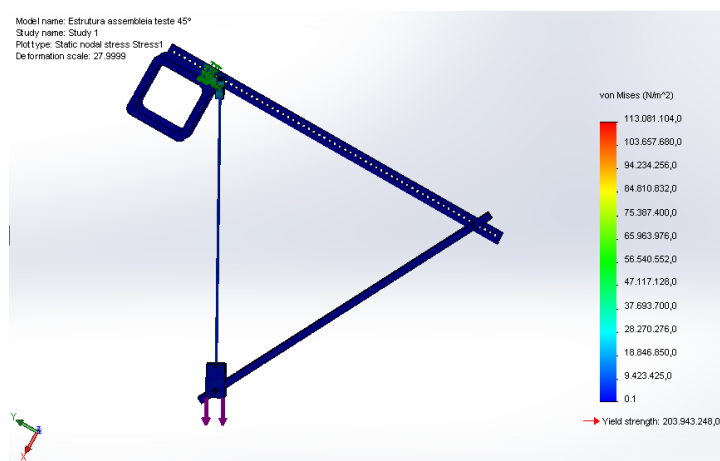


**Fig.24** – Pormenor clip Sinard sujeito à tração.

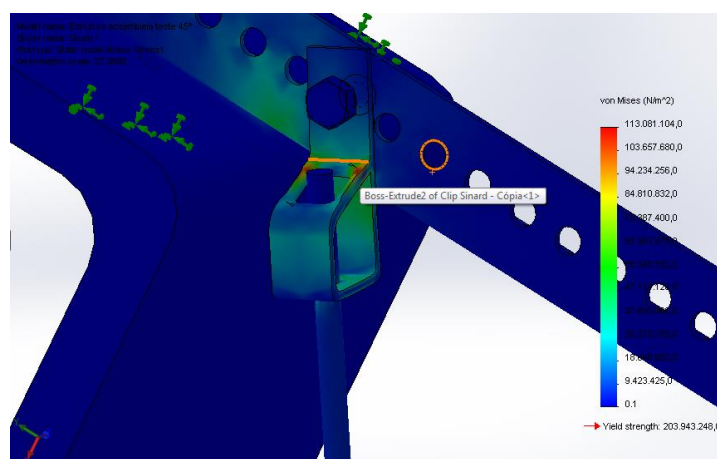


**Fig.25** – Deslocamento na peça U de 1,4 mm.

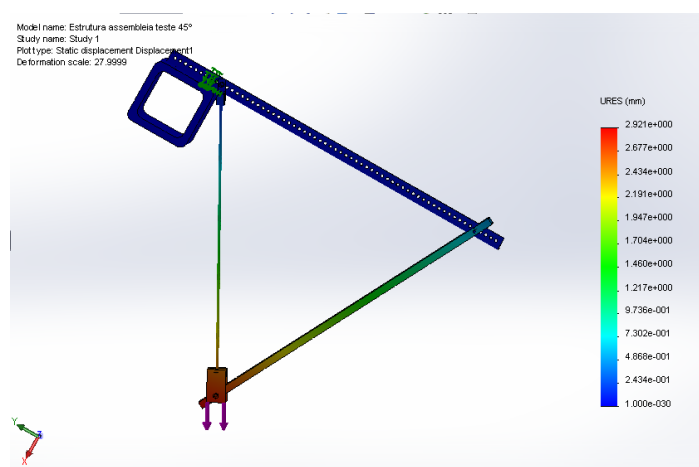
De seguida, são apresentados resultados para a análise a 45°.



**Fig.26** – Estrutura sujeita a tração.

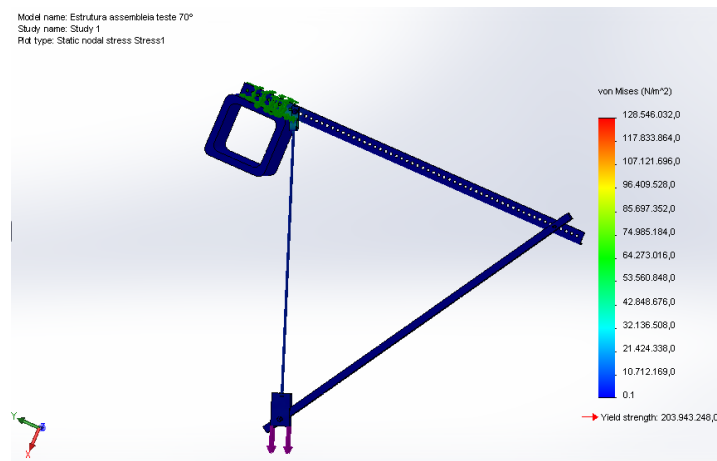


**Fig.27** – Pormenor clip Sinard sujeito à tração.

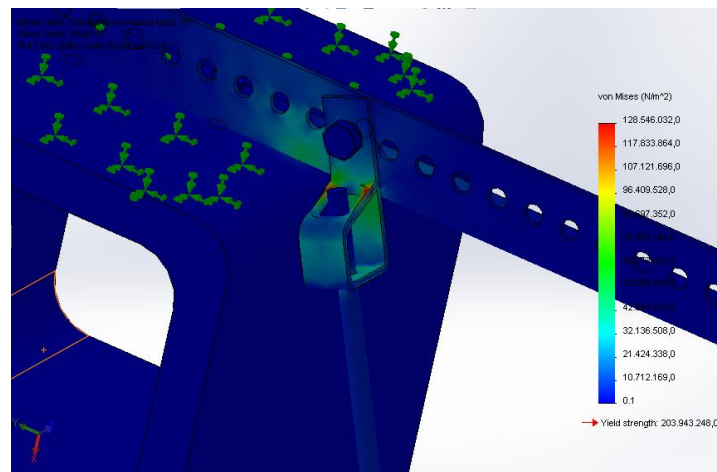


**Fig. 28** – Deslocamento na peça U de 2,9 mm.

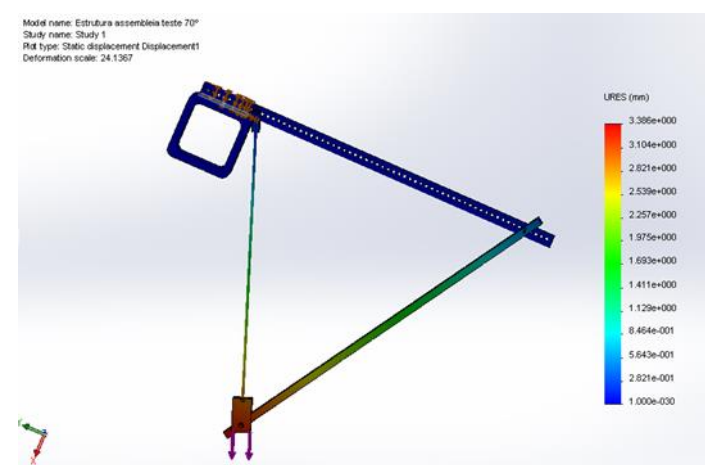
De seguida, são apresentados resultados para a análise a 70°.



**Fig.29** – Estrutura sujeita a tração.



**Fig.30** – Pormenor clip Sinard sujeito à tração.



**Fig.31** – Deslocamento na peça U de 3,4 mm.

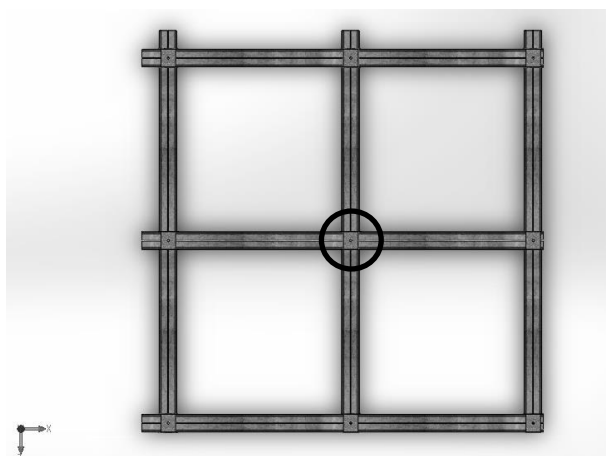
Em suma, com esta análise verificou-se que a estrutura resiste à carga aplicada devido essencialmente ao peso dos materiais. Apurou-se também, que o Clip Sinard é um ponto de concentração de tensões, bem como o deslocamento existente na estrutura (extremo peça U) varia de 1,4 mm a 3,4 mm. Estes valores, em termos de projetos são aceitáveis e bastante fiáveis. Realça-se também, que esta análise foi feita para elementos da estrutura e não para a sua totalidade. Entende-se porem, que é uma boa representação da realidade. Estes valores foram confirmados experimentalmente, como se mostra no apêndice S.

#### 4.2.1 SIMULAÇÃO EM SOLIDWORKS QUANDO UM APOIO FALHA

Simulou-se também, uma situação em que um dos pontos de fixação falhava. Por exemplo, pode-se ter uma situação em que o Clip Sinard ou o varão roscado falham. Para se simular esta situação, o que se fez, foi extrair uma amostra da estrutura, com nove elementos de fixação, e simular que um deles falha, como mostra a figura 32. Para conseguir simular esta situação, distribui-se a carga do ponto que falha por os pontos vizinhos. Sendo assim, falhando um ponto e arbitrando que a carga respeitante a este se divide pelos outros oito, vem

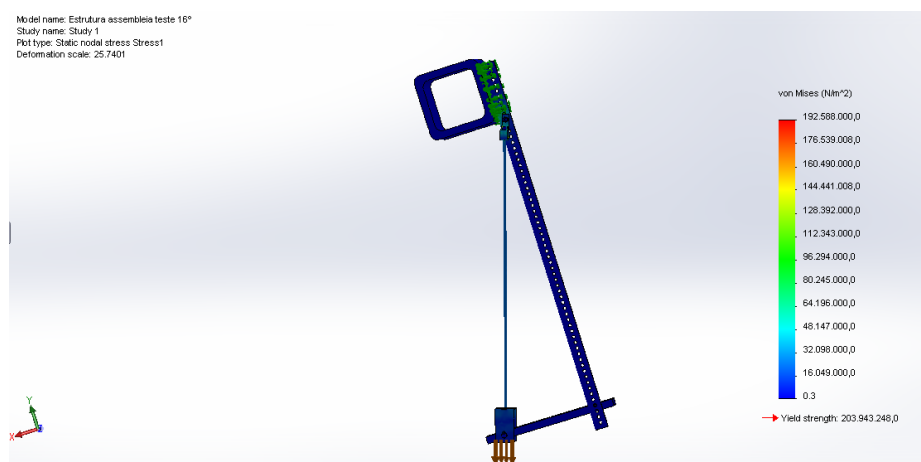
$$\frac{254}{8} = 31,75 \text{ N} \cong 32 \text{ N} \quad (\text{Eq. 4.2.1.1})$$

Logo, cada ponto suporta, nesta situação 286 N (254+32). Sendo assim, como já se fez anteriormente, vamos simular para três situações diferentes em angulo, entre o varão roscado e a alheta de 16°, 45° e 70°. Nestes ensaios utilizou-se então uma carga de 286 N.

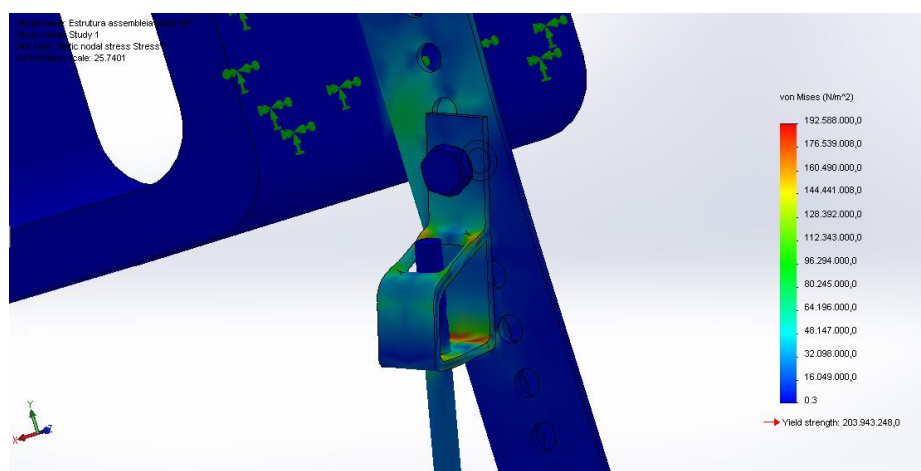


**Fig.32** – Identificação elemento de falha.

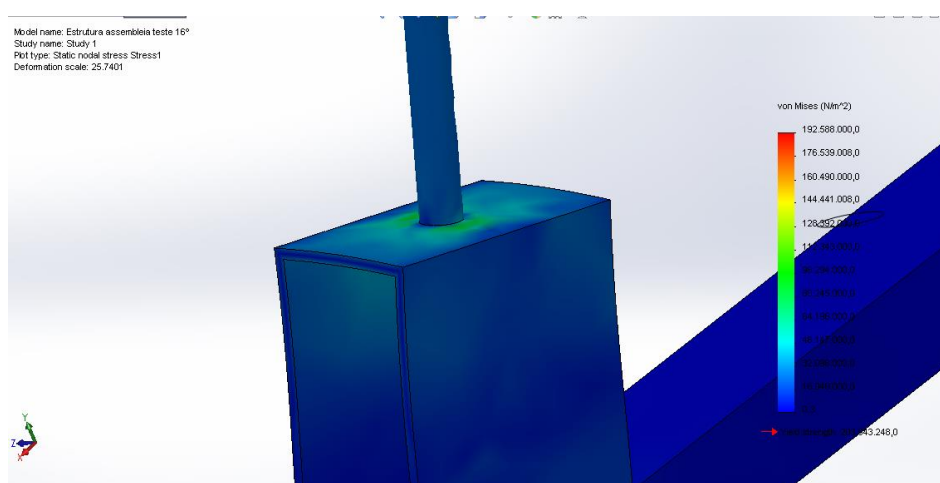
De seguida, são apresentados resultados para a análise a 16°.



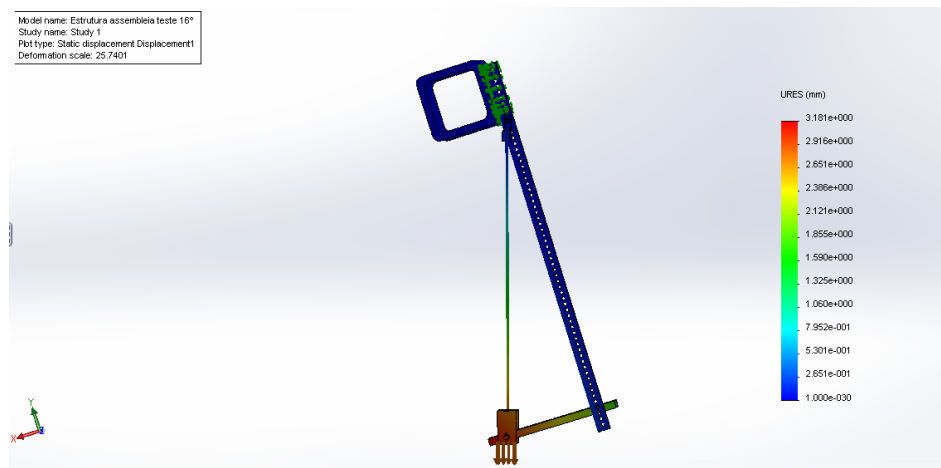
**Fig. 33**– Estrutura sujeita a tração.



**Fig.34** – Pormenor clip Sinard sujeito à tração.

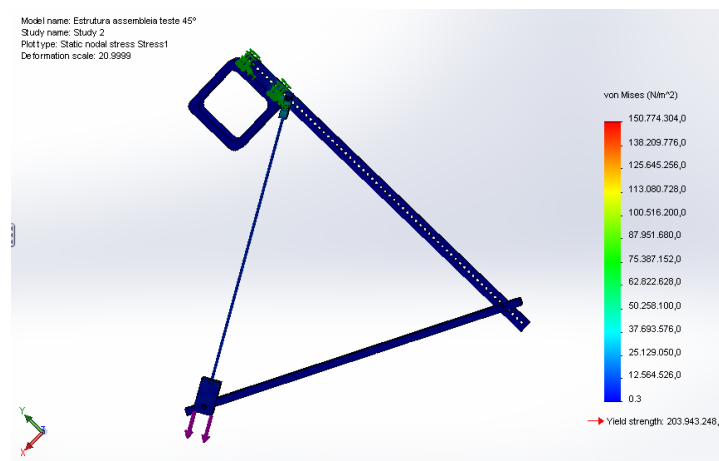


**Fig.35** – Pormenor da peça U sujeito à tração.

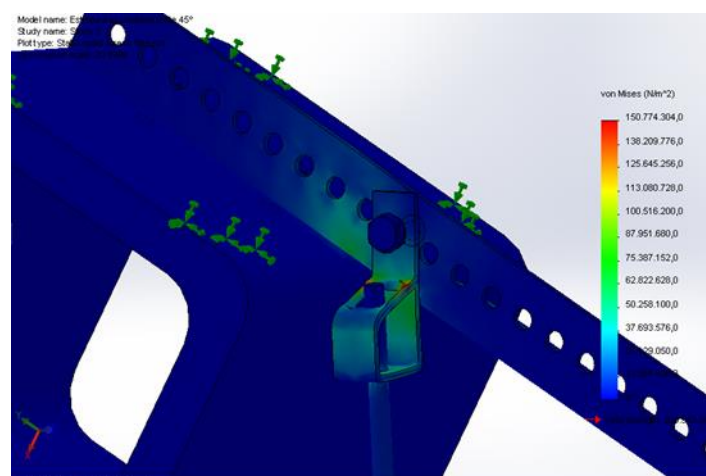


**Fig.36** – Deslocamento na peça U de 3,2 mm.

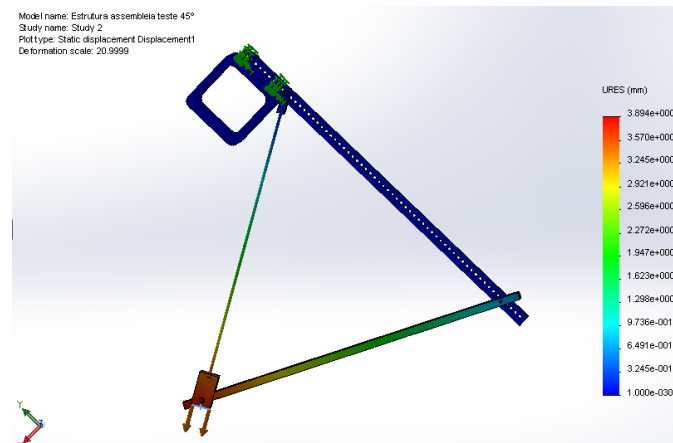
De seguida, são apresentados resultados para a análise a 45°.



**Fig. 37** – Estrutura sujeita a tração.

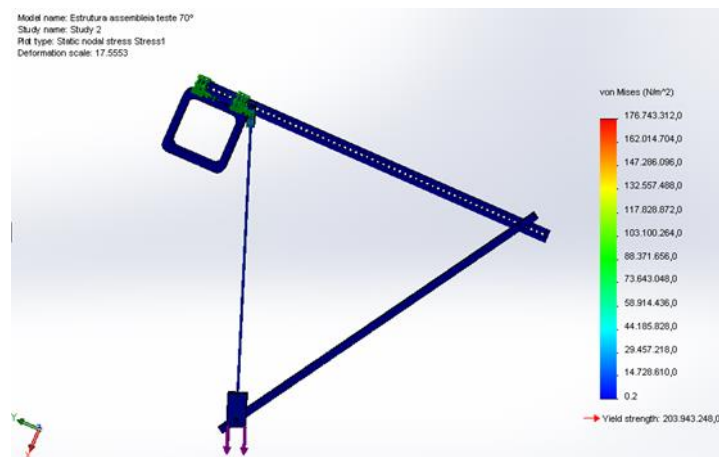


**Fig. 38** – Pormenor clip Sinard sujeito à tração.

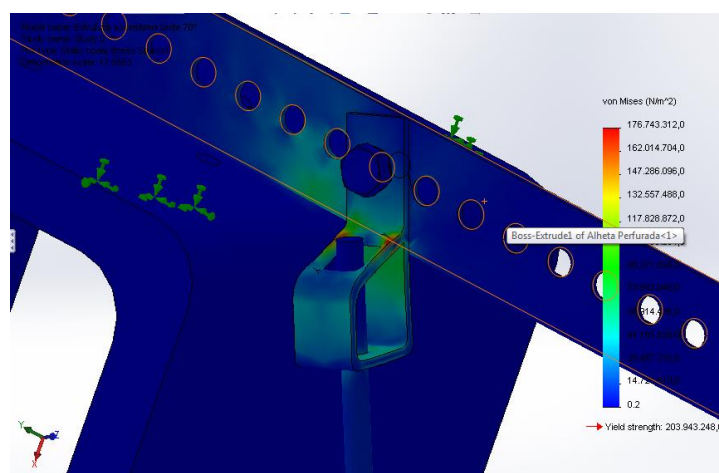


**Fig.39** – Deslocamento na peça U de 3,8 mm.

De seguida, são apresentados resultados para a análise a 70°.

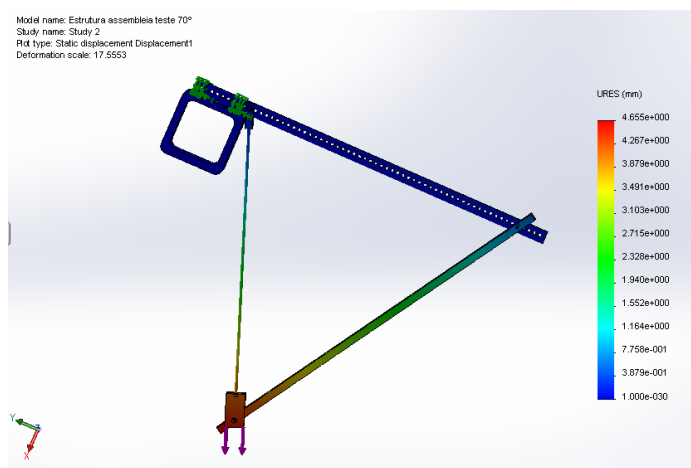


**Fig.40** – Estrutura sujeita a tração.



**Fig.41** – Pormenor clip Sinard sujeito à tração.





**Fig.42** – Deslocamento na peça U de 4,7 mm.

Com esta segunda situação de análise, em que um dos apoios falha, verificamos que a estrutura tem um comportamento diferente, sendo que quando se aumenta o ângulo entre o varão roscado e alheta, aumenta significativamente os valores de deformação. Mesmo assim, pode-se concluir que a estrutura suporta esta situação anormal. Verifica-se também, que o clip Sinard continua a ser o ponto mais frágil na estrutura, visto ser grande concentrador de tensões. No entanto, nesta simulação o material do clip é aço galvanizado, e na realidade o material é C67S s/n UNE-EN 10132-4. Este material não se encontra na base de dados do programa. No apêndice J, verificamos que em ensaios feitos pela marca responsável, a carga máxima é sempre superior a 2300 N. Conclui-se, que a zona crítica para esta situação será na zona inferior da cúpula, onde os ângulos são maiores. Nestas situações, o deslocamento no varão roscado é na ordem dos 5 mm, fundamentalmente devido à deformação do apoio, deslocamento este que deve ser considerado em obra.

### 4.3 ENSAIO EXPERIMENTAL

Para se confirmar os dados obtidos na simulação numérica realizou-se um ensaio experimental em laboratório, à escala 1:2, de um dos elementos estruturais. Para isso, foram disponibilizados os laboratórios da Universidade do Minho, do Departamento de Engenharia Mecânica. A máquina de ensaios escolhida foi a INSTRON 8874 (ver Figura 43). O primeiro problema que surgiu, foi como fixar a estrutura à máquina de forma a que o ensaio fosse o mais real possível. Então, desenvolveu-se uma peça de encaixe (ver apêndice M) na parte móvel da máquina, de maneira a fixar parte da estrutura.

Para esta fase de trabalho, foi realizado um Procedimento Experimental (ver apêndice T), explicando todo o processo. Toda a parte de montagem e acerto da estrutura realizou-se no laboratório.

Pela análise das tabelas 3 e 4, verificamos que os valores obtidos experimentalmente se aproximam bastante dos valores da simulação numérica. Existem fatores externos, como por exemplo as folgas, que influenciam o comportamento da estrutura. Verifica-se também, que como anteriormente se constatou, que o elemento que iria ceder seria o Clip Sinard, mas numa carga muito superior à exigida em obra, como verificamos nos valores obtidos nos ensaios do fornecedor (ver apêndice J). Na simulação numérica são usadas ligações permanentes enquanto na situação experimental são usadas as ligações reais, ou seja, ligações roscadas.

Comparando os resultados da tabela 3, verificamos que os valores de deslocamento são muito parecidos, para situações equivalentes. Já no que se refere à tabela 4, relativa à estrutura quando um elemento falha, com uma carga superior, verificamos que os valores começam a ser um pouco diferentes, podendo nestes ensaios o facto de as ligações serem roscadas e não permanentes como na simulação numérica ter uma importância extra. Na tabela 5, temos valores aproximados para a força de cedência da estrutura e o deslocamento no momento da primeira cedência. Verificamos que estas tensões são bastantes superiores às exigidas em obra. Observou-se também que a estrutura cede sempre pelo Clip Sinard e que estas tensões são idênticas às fornecidas nos ensaios do fornecedor (ver apêndice J).

**Tabela 3** - Resultados simulação experimental e numérica (SolidWorks).

Ângulo	Carga Aplicada (N)	Deslocamento Experimental (mm).	Deslocamento simulação numérica (SolidWorks) (mm).
16°	254	1,2	1,4
45°	254	1,9	2,9
70°	254	2,9	3,4

**Tabela 4** - Resultados Simulação experimental e numérica (SolidWorks), situação de falha de um elemento.

Ângulo	Carga Aplicada (N)	Deslocamento Experimental (mm).	Deslocamento simulação numérica (SolidWorks) (mm).
16°	290	2,7	3,2
45°	290	3,3	3,8
70°	290	4,1	4,7

**Tabela 5-** Força a que a estrutura cede.

Ângulo	Carga máxima (N)	Deslocamento máximo (mm)	OBS.
16°	2720	9	
45°	2800	10	
70°	3050	12	



**Fig.43** – Instron 8874, Laboratório Engenharia Mecânica.



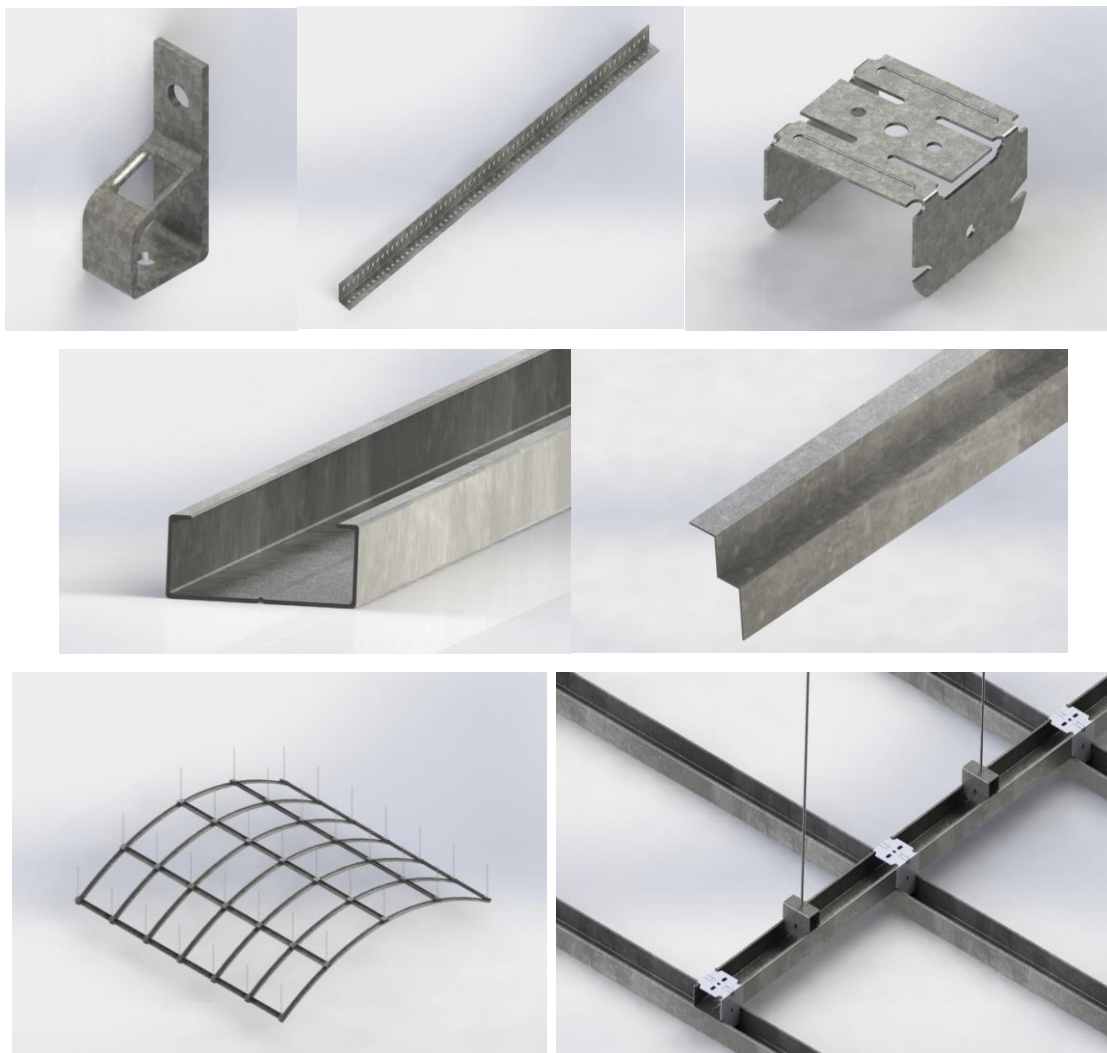
**Fig.44** – Imagens simulação experimental.

#### **4.4 PRINCIPAIS COMPONENTES UTILIZADOS NA ESTRUTURA**

A estrutura base estava já montada, sendo a Conformetal responsável pelo projeto da estrutura de perfilaria ligeira para o gesso cartonado. Para esta estrutura, foram aplicados vários componentes, *standards*, e neste relatório apenas são apresentados, visto já terem sido estudados e testados. Todas as fichas técnicas são apresentadas em apêndice.

- Placas de gesso (Ficha Técnica apêndice A)
- Baswaphon (isolamento acústico) (Ficha Técnica apêndice C)
- Pivot cruz (Ficha Técnica apêndice D)
- Peça U (Ficha Técnica apêndice D)
- Cantoneira furada em aço galvanizado (Ficha Técnica apêndice D)
- Perfil TC60 / Perfil TC47 (Ficha Técnica apêndice D)
- Canal 73mm (Ficha Técnica apêndice D)
- Cantoneira L 30x30 (Ficha Técnica apêndice D)
- Montante 70mm (Ficha Técnica apêndice D)
- Perfil de alheta (Ficha Técnica apêndice D)
- Parafusos e porcas (Ficha Técnica apêndice E e apêndice E)
- Varão roscado (Ficha Técnica apêndice G)
- Tubo retangular em aço galvanizado (Ficha Técnica apêndice H)
- Clip sinard (Ficha Técnica apêndice J)
- Outros componentes (presentes na nota de encomenda apêndice P)

Estes são os materiais base para construir a estrutura encomendada à Conformetal.



**Fig. 45** – Exemplos de perfilaria desenhada para ensaios.

#### 4.5 CONCEÇÃO DO PROJETO

No desenvolvimento da estrutura da cúpula para a Assembleia Nacional de Angola, o projeto da Conformetal baseou-se no projeto de uma estrutura mecanicamente estável e resistente, estrutura esta que assenta numa estrutura base já existente. Esta estrutura foi montada e dimensionada pela empresa responsável pela obra, sendo que ela já foi pensada para suportar as cargas inerentes ao peso da estrutura da cúpula de revestimento interior. A Conformetal, especialista em perfilaria ligeira para gesso cartonado, aplicou todos os seus produtos para idealizar a estrutura interior da cúpula. Para isto, e sabendo da complexidade da estrutura, tornou-se necessário fazer também um estudo de mercado, visto existirem componentes no mercado, que se tornam essenciais para este projeto. Aqui surgiram várias ideias e opções, como são exemplo os modelos da Knauf (apêndice A).

Depois de ser feito este estudo, foi possível elaborar uma solução para a aplicação de gesso. Para isto, tornou-se necessário elaborar peças de raiz (Peça U, apêndice D). Este tipo de estruturas,

porque utilizam estruturas *standards*, não existe muita margem de manobra em termos de combinação de componentes. Como este tipo de perfis são bastante flexíveis, torna-se necessário existirem bastantes pontos de fixação ao longo da estrutura, para não se correr o risco de as estruturas sofrerem flexão. Sendo este tipo de estruturas bastante frágeis e sendo a carga de projeto elevada, essencialmente devido ao peso dos materiais, a estratégia adotada neste projeto baseou-se em fazer muitos pontos de suspensão, usando coeficientes de segurança elevados. Para se fazer a curvatura da cúpula, é necessário que o tubo utilizado, neste caso um tubo retangular, seja calandrado com o respetivo angulo, angulo este que varia ao longo da estrutura. No *dossier* elaborado para apresentar a obra (Apêndice N) verifica-se todos os elementos de ligação, bem como os componentes associados. Previu-se também em projeto, que as dimensões projetadas podem não ser as realmente aplicadas em obra, por isso, prevê-se a utilização de um varão roscado que pode ser regulado para pequenos ajustes, garantindo assim que o tubo calandrado fica suspenso em todos os apoios. A maioria dos componentes desta estrutura são fabricados pela Conformetal, sendo alguns deles fornecidos, como comprova a nota de encomenda (Apêndice P). Esta estrutura foi testada em obra, e mostrou-se bastante resistente e fiável.

Como ponto crítico desta estrutura apontam-se os parafusos de ligação da cantoneira à estrutura base estarem a trabalhar ao corte. Porém, pelo dimensionamento feito, não existirá problema neste aspeto, o parafuso resistirá às solicitações.

#### **4.6 PROCESSOS DE FABRICO**

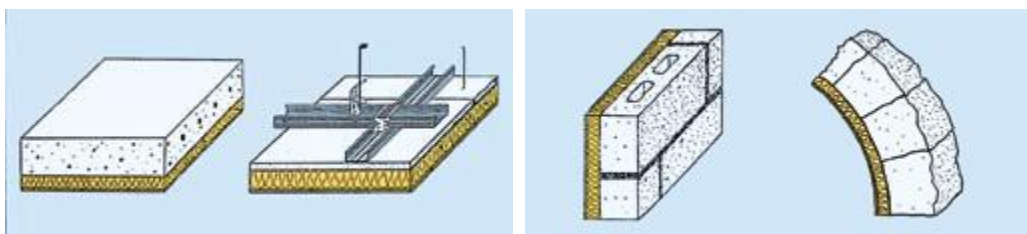
Para se obter os perfis utilizados neste projeto, torna-se necessário que a chapa sofra uma sequência de processos de fabrico, até se atingir o produto final. Os principais processos utilizados pela Conformetal e por maior parte das empresas deste ramo são:

- Quinagem
- Perfilagem a frio
- Puncionagem
- Corte
- Estampagem

#### **4.7 ISOLAMENTO ACÚSTICO**

Visto ser uma obra emblemática e de grande responsabilidade, todos os pormenores foram levados em consideração, como a introdução de um isolamento acústico, não muito vulgar, mas com

excelentes desempenhos. O próprio gesso cartonado oferece boas capacidades de absorção acústica, como verificamos na ficha técnica (apêndice A). No entanto, sendo uma área grande, onde provavelmente poderá haver eco, e sendo um sítio onde estará constantemente gente a falar, projetou-se o isolamento acústico Baswaphon (Apêndice C). Desta forma, fica garantido que em termos acústicos, este espaço será excelente. A sua aplicação em obra é simples, sendo equiparadas as suas dimensões às placas de gesso cartonado, e o seu acabamento superficial também é muito bom. O Baswaphon consiste em painéis de lã mineral calibrados e de peso reduzido que são colados sobre uma base (betão, gesso cartonado, etc.) e posteriormente barrados em vários passos com uma massa mineral de forma a obter-se uma superfície contínua. A espessura total do sistema é em função do painel base de apenas 30 a 70mm. Como podemos verificar no catálogo da Baswaphon (Apêndice C), este tipo de material pode ser também aplicado em paredes e colunas e até em superfícies curvas.



**Fig. 46** – Exemplo aplicação isolamento acústico ( Apêndice C).

Quanto à manutenção, esta superfície pode ser facilmente limpa com uma solução de enzimas ou, caso o estado de degradação seja mais avançado, por uma reaplicação da camada de acabamento com eventual remoção prévia da camada existente, sendo este processo rápido e limpo.

A aplicação deste material substitui a aplicação de lã de rocha, material utilizado normalmente em construções envolvendo gesso cartonado e que também tem boas características acústicas e térmicas.

#### **4.7.1 APLICAÇÃO PLACAS DE GESSO / BASWAPHON**

As placas de gesso cartonado, aplicadas nesta obra, não têm curvatura como ilustra a sua ficha técnica (Apêndice A).



**Fig. 47** – Exemplo placa de gesso cartonado ( Apêndice A).

No entanto, para a aplicação em obra é necessário que estas placas sofram uma ligeira curvatura. Esta situação é prevista em projeto e esclareceu-se este fator com o fornecedor, neste caso a Knauf, o qual garantiu que esta curvatura seria facilmente feita em obra, através de pouco força pelo operador, fixando de seguida facilmente. O mesmo fornecedor garantiu que este tipo de curvatura em nada altera as características base e de referência da placa. Sobre esta placa fixa-se o isolamento acústico. Este também é moldado com a curvatura necessária, não existindo também qualquer problema.

#### **4.8 ANÁLISE ECONÓMICA**

Esta análise neste tipo de obra nem sempre é fácil. Existem vários fatores que podem condicionar o preço final do produto. Fator como a duração de construção da obra, em que provavelmente será um fornecimento de alguns meses, podendo o preço da chapa variar; outro fator deve-se ao facto de obra ser no estrangeiro, o que tornará necessário considerar o transporte até à obra; custo acrescido de mão-de-obra; entre outros. Apresenta, neste trabalho, apenas o custo de alguns componentes, para que possam ser comparados com outras estruturas apresentadas (capítulo 5.2). Apresenta-se aqui alguns preços de materiais utilizados. Este tipo de estruturas torna-se extremamente competitiva com a cúpula em albergaria, a nível de peso, de custos, facilidade de construção, durabilidade, manutenção.



**Tabela 8** – Custo de alguns materiais aplicados.

Descrição	UN	Preço	Preço - Custo total
Tubo Retangular em aço galvanizado - Calandrado 40x15x1,5 - 6000mm comprimento - RAO 21,82	ml	1,530 €	5921,1 €
Tubo Retangular em aço galvanizado - 6000mm comprimento - Reto	ml	1,130 €	1152,6 €
Perfil TC60 - Calandrado - RAO 21,78 - Comprimento 3000mm	ml	0,867 €	7776,99 €
Pivot Cruz TC60	UN	0,107 €	1348,2 €
Cantoneira Furada 28x28x2 Comprimento 3000mm	ml	1,188 €	3792,1 €
Pivot Cruz TC47 Especial	UN	0,068 €	191,35 €
Perfil TC 47	ml	0,360 €	1749,6 €
Peça U 70x40x70	un	0,766 €	2451,2 €
Canal 73mm	ml	0,461 €	387,37 €
Montante 70mm	ml	0,605 €	1647,05 €
Canal 48mm	ml	0,422 €	560,25 €
Contentor	UN	± 4000€	



## **CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS**

### **5.1 CONCLUSÕES**

Após o desenvolvimento do processo de validação de resultados, é agora premente tecer algumas considerações finais. Assim, a presente dissertação assume também um caráter de auto e heteroavaliação, de reflexão acerca do valor instrutivo que o projeto teve junto dos diversos intervenientes, incluindo-me a mim próprio. É importante, desde já, enaltecer o facto de este trabalho se ter realizado em âmbito empresarial, o que me permitiu estar em contato com a realidade de um engenheiro mecânico, preparando-me para o futuro profissional. Deste modo, foi-me possível desenvolver conhecimentos, acerca de dimensionamento de estruturas, manuseamento de *softwares* informáticos (SolidWorks, AutoCad), interpretação de projetos 2D, observação uma linha de produção. A revisão bibliográfica permitiu-me reforçar conceitos já adquiridos ao longo do meu percurso académico, através da sua aplicação na realidade.

Não querendo parecer demasiado pretensioso, espero que o pequeno contributo, dado com a realização deste trabalho na empresa, possa ter contribuído positivamente para esta obra da Conformetal. Além desta tarefa, outras foram desenvolvidas, como o estudo do comportamento de todos os perfis da empresa, ou o manual de manutenção da estrutura/revestimento aplicado na cúpula da Assembleia Nacional de Angola, aumentando a minha participação na empresa.

Com a elaboração deste trabalho, mostra-se que a construção de cúpulas é uma boa solução comparando com outro tipo de construção. A construção de cúpulas, normalmente aplicadas em edifícios comerciais e públicos, podem também ser aplicados em pequenos edifícios, como se demonstrou ao longo do trabalho. O tipo de cúpula discutido no trabalho, utilizando perfis metálicos, torna-se bastante competitivo com as cúpulas de albergaria, principalmente em custo de implementação e manutenção.

A utilização de perfilaria ligeira na construção e em vários tipos de revestimentos aumentou bastante nos últimos anos. Neste sentido, este trabalho, torna-se bastante importante, na validação dos resultados da obra executada pela Conformetal.

Mostrar-se ao longo do relatório, através da análise MEF e experimental, que o projeto apresentado pela Conformetal, cumpre todos os requisitos impostos pelo cliente, apresentando em alguns componentes sobredimensionamento. Através da análise MEF, fazendo várias simulações

conforme o posicionamento dos componentes na estrutura, variando ao longo da curvatura da cúpula, foi possível concluir que o deslocamento da estrutura quando sujeita à carga final, se comporta de forma distinta. Com a análise experimental, utilizando uma estrutura à escala, realizaram-se vários ensaios para analisar o comportamento da estrutura. Estas duas análises apresentam valores semelhantes e satisfatórios.

Em suma, o balanço deste trabalho é bastante positivo, visto terem-se cumprido todos os requisitos/tarefas. Apesar disso, encontrei algumas dificuldades, essencialmente ao nível da utilização de ferramentas de trabalho novas e algum vocabulário técnico. Porém, este desafio constituiu simultaneamente, para mim, um estímulo ao desenvolvimento deste trabalho, sendo que fui superando estas dificuldades, beneficiando do facto de estar integrado num ambiente empresarial.

Resta-me acrescentar, que me sinto orgulhoso com todo o trabalho desenvolvido em tão curto espaço de tempo, em que foi realizado este projeto de validação de resultados. Para além dos resultados obtidos demonstrarem a eficiência da estrutura em estudo, sinto ter evoluído enquanto profissional na área da engenharia. Espero ainda assim, evoluir profissionalmente neste percurso que acabo de iniciar, nunca abandonando uma postura autorreflexiva.

## **5.2 PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS**

Durante a realização deste trabalho, surgiram ideias para melhorar este tipo de projetos, bem como a sua otimização. Entre elas destaca-se a alteração do sistema de fixação do gesso cartonado com a adição de um isolamento térmico (como apresentado abaixo); o estudo de um método ou programa computacional que pudesse analisar toda a estrutura, todas as ligações, visto neste trabalho fazer-se a análise unitária; estudar outros materiais e componentes para fazer e revestir este tipo de cúpulas; redimensionar os perfis mantendo ou aumentando a sua resistência, diminuindo ao material gasto por perfil. Todas estas ideias podem dar seguimento a este trabalho.

A primeira alteração que se propõe seria, redimensionar toda a estrutura e colocar o tubo retangular diretamente na estrutura base. Assim, diminuiria os componentes inerentes a todos os outros componentes. Seria necessário colocar um bom isolamento, à base de cortiça, por exemplo, visto serem os melhores presentes no mercado. Como inconveniente, temos o facto de não termos nenhuma caixa-de-ar entre o isolamento e a albergaria. Outro inconveniente é o preço final deste isolamento, quando comparado com o atual. No projeto inicial, é possível fazer ventilação natural, visto existirem condições de espaço.

Como podemos verificar no apêndice S, este tipo de isolamento pode-se aplicar em conjunto com placas de gesso laminado, o que constitui uma grande vantagem neste tipo de obras. Visto isto, este isolamento seria uma mais-valia, e evitaria a utilização do isolamento Baswhphon, visto este possuir melhores características acústicas e térmicas.

#### Vantagens isolamento á base de cortiça

- Isolamento térmico
- Isolamento acústico
- Anti-vibração
- Isolamento natural e ecológico
- sem reações aos produtos químicos
- Boa resistência ao fogo/sem emissão de gases tóxicos
- durabilidade ilimitada mantendo as suas características técnicas
- Reciclável

#### Outras características

- Densidade  $>110/120 \text{ Kg/m}^3$
- Condutividade térmica de  $0,036 \text{ a } 0,040 \text{ W/mK}$
- Estabilidade dimensional
- Inercia térmica
- Permeabilidade ao vapor de água



## **BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS**

- [1]. Acedido em [www.dvm.group.pt](http://www.dvm.group.pt), a Julho de 2013.
- [2]. FULLER, R. B. Synergetics, Explorations on the Geometry of Thinking. New York: Disponível em <http://rwgrayprojects.com/synergetics/synergetics.html>, 2002.
- [3]. VENDRAME, A. M. Contribuição ao estudo das cúpulas treliçadas utilizando elementos tubulares de aço - Dissertação de mestrado. Disponível em [http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/1999ME\\_AdrianoMarcioVendrame.pdf](http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/1999ME_AdrianoMarcioVendrame.pdf)
- [4]. Acedido em [www.olhares.sapo.pt](http://www.olhares.sapo.pt), a Maio de 2013.
- [5]. CEN. Eurocode 3: Design of Steel Structures, Part 1-1: General rules and rules for buildings, ENV 1993-1-1. Brussels: European Committee for Standardization, 2010.
- [6]. CEN, Eurocode 0: Basis of Structural, EN 1990. Brussels: European Committee for Standardization, 2001.
- [7]. CEN, Eurocode 1: Actions on Structures, EN 1991. Brussels: European Committee for Standardization, 2004.
- [8]. [http://www.lnec.pt/qpe/eurocodigos/Eurocodigos\\_publicados.pdf](http://www.lnec.pt/qpe/eurocodigos/Eurocodigos_publicados.pdf), em janeiro de 2013.
- [9]. Acedido [pt.wikipedia.org](http://pt.wikipedia.org), em Maio de 2013.
- [10]. SANTOS, L. B. Contribuições ao Estudo das Cúpulas Metálicas - Tese de Doutorado. São Paulo: Escola de Engenharia de São Paulo, 2005. Disponível em [http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/2005DO\\_LucianoBarbosadosSantos.pdf](http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/2005DO_LucianoBarbosadosSantos.pdf)
- [11]. TIMOSHENKO, S. P.; WOINOWSKY, S. W. Theory of Plates and Shells: McGraw-Hill Book Company, 1959.

- [12] MAWOSKI, Z. S. Estruturas Spaciales. Madrid: McGraw-Hill, 1989.
- [13]. Acedido em <http://es.wikipedia.org>, a Maio de 2013.
- [14]. Acedido em [www.construmatica.com](http://www.construmatica.com), a Maio de 2013.
- [15]. Acedido em [commons.wikimedia.org](http://commons.wikimedia.org), a Maio de 2013.
- [16]. KAHN, L. Cobijo (Shelter). Madrid: H. Blume Ediciones, 1979.
- [17]. Acedido em [www.gea.org.br](http://www.gea.org.br), a Abril de 2013.
- [18]. SILVA, L. S. D.; GERVÁSIO, H. Manual de Dimensionamento de Estruturas Metálicas: Métodos Avançados. Coimbra: CMM - Associação Portuguesa de Construção Metálica e Mista, 2007.
- [19]. BAKER, S. J.; HEYMAN, J. Plastic Design of Frames Vol. 1 - Fundamentals. Cambridge: Cambridge University Press, 1969. Disponível em [http://books.google.pt/books?id=lac5AAAAIAAJ&printsec=frontcover&source=gbg\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.pt/books?id=lac5AAAAIAAJ&printsec=frontcover&source=gbg_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- [20]. Acedido em [grupo2metalica.no.comunidades.net](http://grupo2metalica.no.comunidades.net), a Abril de 2013.
- [21]. REIS, A.; CAMOTIM, D. Estabilidade Estrutural. Lisboa: McGraw-Hill, 2000. Disponível em <http://pt.scribd.com/doc/45732318/Estabilidade-Estrutural-Antonio-Reis-e-Dinar-Camotim>
- [22]. RSA - Regulamento de Segurança a Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes. Porto Editora, 1983.
- [23]. FARINHA, J. P. B.; FARINHA, M. B.; REIS, A. C. D. Tabelas técnicas. Lisboa: Edições Técnicas E.T.L, Lda, 2007.



[24]. SILVA, Filipe Samuel, Apontamentos de Mecânica dos Materiais, Tensões e Deformações, 2010.

[25]. NP EN 1991-1-1 2009.

[26]. Vieira, Nelson de Jesus, Análise e optimização de uma cúpula metálica, Julho de 2010.



## **APÊNDICES**



**APÊNDICE A - FICHAS TÉCNICAS DAS PLACAS DE GESSO  
CARTONADO**



**D** ☐☐☐☐**r** ☐☐☐☐**d** ☐☐☐☐**r** ☐**d** ☐☐**d**

Do fabricante

☐☐☐☐**G** ☐☐**E** ☐☐☐☐  
**A** ☐☐**d** **M** ☐☐☐☐**r** ☐☐☐☐

☐☐☐☐**M** **d** **r** **d**  
**E** ☐☐☐☐

Declara que de acordo com o estabelecido pela Directiva de Produtos da Construção UE 89/106/CEE, as

**P** ☐☐☐☐**d** **G** ☐☐☐☐**L** ☐☐☐**d** ☐  
**T** ☐☐☐☐☐☐**I** ☐**r** ☐☐☐**d** ☐☐

produzidas na

**P** ☐☐☐☐☐**G** ☐☐**r** ☐  
**C** ☐☐**d** **B** ☐☐☐☐☐☐  
☐☐☐**G** ☐☐**r** ☐  
**L** ☐**r** ☐**d** ☐

**P** ☐☐☐☐☐**E** ☐☐**r** ☐  
**C** ☐☐**d** **I** ☐☐☐☐☐☐  
☐☐☐**E** ☐☐**r** ☐  
**G** ☐☐**d** ☐

Cumprem com as exigências da norma UNE EN 520:2005 para efeitos da Marca – Símbolo CE expressas no anexo ZA 3 da dita norma.

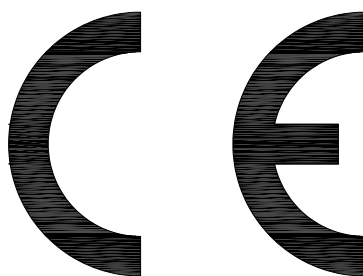
Nas tabelas ZA.2 y ZA.3a descrevem-se as tarefas e verificações para avaliar e alcançar a conformidade.

As placas são submetidas a um ensaio inicial e a controles de rotina na fábrica de produção de acordo com UNE EN 520: 2005

Madrid, 1 de Outubro de 2006

  
Klaus Keller  
Director Gerente

  
Hugo Avalos  
Director Técnico



**Knauf GmbH Sucursal en España**

**Av. de Manoteras, 10, – 28050 Madrid**

**06**

**H1 - 12,5 – EN 520**

**H1 - 15 – EN 520**

**Reacción al fuego: A2-s1,d0 (B)**

**Resistencia a cortante por tornillo: NPD**

**Factor de resistencia al vapor de agua: 10**

**Conductividad térmica: NPD**

**Aislamiento directo al ruido aéreo:**

**Resistencia al impacto: Véase la documentación del fabricante**

**Absorción acústica:**



**D** ☐ ☐ ☐ ☐ **r** ☐ ☐ ☐ ☐ **d** ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ **r** ☐ **d** ☐ ☐ ☐

Do fabricante

☐ ☐ ☐ ☐ **G** ☐ ☐ **E** ☐ ☐ ☐ ☐  
**A** ☐ ☐ **d** ☐ **M** ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

☐ ☐ ☐ ☐ **M** ☐ **d** ☐ **r** ☐ ☐ ☐  
**E** ☐ ☐ ☐ ☐

Declara que de acordo com o estabelecido pela Directiva de Materiais de Construção UE 89/106/CEE, as

**P** ☐ ☐ ☐ ☐ **d** ☐ **G** ☐ ☐ ☐ ☐ **L** ☐ ☐ ☐ **d** ☐  
**T** ☐ ☐ **A** ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ **S** ☐ ☐ ☐ **d** ☐ **r** ☐ ☐

produzidas na

**P** ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ **G** ☐ ☐ ☐ ☐ **r** ☐  
**C** ☐ ☐ ☐ **d** ☐ **B** ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐  
☐ ☐ ☐ ☐ **G** ☐ ☐ ☐ ☐ ☐  
**L** ☐ **r** ☐ ☐

**P** ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ **E** ☐ ☐ ☐ ☐ **r** ☐  
**C** ☐ ☐ ☐ **d** ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐  
☐ ☐ ☐ ☐ **E** ☐ ☐ ☐ ☐ ☐  
**G** ☐ ☐ ☐ ☐

Cumprem com as exigências da norma UNE EN 520:2005 para efeitos da Marca – Símbolo CE expressas no anexo ZA 3 da dita norma.

Nas tabelas ZA.2 y ZA.3a descrevem-se as tarefas e verificações para avaliar e alcançar a conformidade.

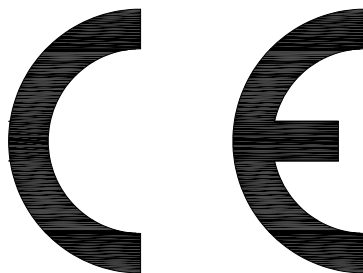
As placas são submetidas a um ensaio inicial e a controles de rotina na fábrica de produção de acordo com UNE EN 520: 2005

Madrid, 1 de Outubro de 2006

Klaus Keller  
Director Gerente

Hugo Avalos  
Director Técnico





**Knauf GmbH Sucursal en España**

**Av. de Manoteras, 10, – 28050 Madrid**

**06**

**H1 - 12,5 – EN 520**

**H1 - 15 – EN 520**

**Reacción al fuego: A2-s1,d0 (B)**

**Resistencia a cortante por tornillo: NPD**

**Factor de resistencia al vapor de agua: 10**

**Conductividad térmica: NPD**

**Aislamiento directo al ruido aéreo:**

**Resistencia al impacto: Véase la documentación del fabricante**

**Absorción acústica:**

### PLACAS DE YESO LAMINADO KNAUF IMPREGNADA DH1 – DH2

Son placas con productos hidrofugantes, que se mezclan con el yeso, para reducir su capacidad de absorción de agua. Fácil de identificar por el color verde de sus caras.

Las placas Knauf H, cumplen con lo establecido en la norma UNE EN 520, que establece los siguientes límites para la absorción de agua:

**Absorción de agua:** Prueba de inmersión de 2 horas bajo agua.

Absorción superficial de agua:  $\leq 180 \text{ g/m}^2$

Absorción total de agua:  $\leq 5 \% \text{ (H1)} \text{ y } \leq 10 \% \text{ (H2)}$

(Valores normales para placas Standard son de absorción total de agua de alrededor del 40%.)

**Capacidad de secado:** Prueba de secado al aire libre, a una temperatura de 20°C y humedad relativa de 65% después de una inmersión de 2 horas bajo agua.

Placa Knauf Impregnada: 15 horas.

Placa Knauf Standard: 70 horas.

**Absorción capilar:** Prueba sobre una placa introducida verticalmente en un recipiente con agua.

Después de 24 horas: Placa Knauf Impregnada. 20 mm.

Placa Knauf Standard. 210 mm.

Después de 20 días: Placa Knauf Impregnada. 45 mm.

Placa Knauf Standard. 380 mm.

#### Propiedades:

	DH1 12,5 mm.	DH1 15 mm.	DH1 18 mm.
DENSIDAD SUPERFICIAL (Kg./m <sup>2</sup> )	9,4	11,4	
DENSIDAD VOLUMETRICA (Kg./m <sup>3</sup> )	752	760	
MÓDULO DE ELASTICIDAD LONGITUDINAL (N/mm <sup>2</sup> )	3.500		
CARGA DE ROTURA A FLEXIÓN EN SENTIDO TRANSVERSAL (N)	$\geq 210$	$\geq 250$	$\geq 302$
CARGA DE ROTURA A FLEXIÓN EN SENTIDO LONGITUDINAL (N)	$\geq 550$	$\geq 650$	$\geq 774$
CONDUCTIVIDAD TERMICA	0,25 W/m K		
CLASIFICACION AL FUEGO	A2 – s1,d0		

Tipo de borde afinado, otros bordes bajo pedido

#### Dimensiones:

Espesor: 12,5 – 15

18 mm.

Ancho: 1200 mm.

Las longitudes de serie según la tarifa en vigor.

Rectitud de aristas.

#### Tolerancias:

$\pm 0,5 \text{ mm.}$

$\pm 0,7 \text{ mm.}$

+0 - 4 mm.

+0 - 5 mm.

$\leq 2,5 \text{ mm.}$

Los placas de yeso laminado Knauf Impregnados se utilizan en locales de atmósfera que no superen un 80 % de humedad permanente, y donde no puedan tener contacto directo con el agua por más de 48 hs.

#### Calidad constatada:

La regularidad con que son sometidas a ensayo los materiales en los laboratorios de nuestra fábrica, garantizan una calidad constante desde el control de calidad de las materias primas a la vigilancia permanente de la producción. Nuestra amplia gama de productos ofrece siempre la garantía de estar todos fabricados bajo norma UNE EN 520 y llevan el marcado CE.



## **Knauf Regular Gypsum Board (RG)**

Knauf Regular Gypsum Boards (RG) are gypsum wallboards whose front and back surfaces, and long edges, are sandwiched in a board liner. They are lightweight boards that provides higher sound insulation and fire-resistance properties than conventional building materials.

**Disclaimer:** The information provided in this leaflet is only intended to give guidance in selecting and using Knauf products. While we make every effort to ensure its accuracy, neither Knauf Plâtre Fleurus nor any of its employees or affiliates warrant or assume any legal liability or responsibility for the completeness or usefulness of any failure in installing or constructing any structure installation or building or caused by using this leaflet. Readers are advised to independently verify this information prior to relying on it. In particular, readers must obtain appropriate independent advice on the use of products in specific structures, installations or buildings to ensure compliance with all regulations, including health and safety regulations.

## Product specifications

- Appearance: Ivory face and grey back paper
- Thickness: 12,5, 15 and 18 mm
- Width: 1200 mm
- Length: 2400 mm / 2800 mm / 3000 mm
- Weight:
  - 12,5 mm: nominal 9,7 kg/m<sup>2</sup>
  - 15 mm: nominal 11,6 kg/m<sup>2</sup>
  - 18 mm: nominal 14 kg/m<sup>2</sup>
- Water Absorption: 30-50 %
- Density: 720 kg/m<sup>3</sup> (± 10 %)
- Finishing System:
  - Plaster or Tape & Jointed Ivory
  - Decorative Face

Knauf gypsum boards are manufactured from high quality gypsum, with a purity of not less than 95% Stringent quality control procedures apply to the manufacturing process.

## Knauf Regular Gypsum Board (RG)

### Features

- Light weight constructions.
- Easy, fast and dry application.
- High sound insulation values.
- High fire-resistance properties.
- A material that breathes and balances room climate and humidity levels.
- Environment friendly.
- Provides flexibility in designs.

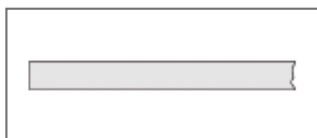
### Application Areas

- Drywall Partitions.
- Suspended Ceilings.
- Prefabricated Building Units.
- Furring and Drylining.
- Renovations

### Performance

- Knauf Regular Gypsum Board complies fully with the requirements of the EN 520 type A.

### Edge Detail



Square Edge (VK)



Taper Edge (AK)

### PLACA DE YESO LAMINADO KNAUF STANDARD (Tipo A)

Con alma de yeso y caras revestidas con una lámina de cartón. (Ensayo a choque de cuerpo duro: Diámetro < 20 mm.). Absorción superficial de agua < 180 g/m<sup>2</sup>. **Identificación:** La cara aparente es de color blanquecino y la oculta de color crema. Lleva una etiqueta con la inscripción "Standard". **Utilización:** En cualquier local libre de humedades.

Relacionamos a continuación las características técnicas de la placa Knauf Standard (Tipo A):

		A 9,5 mm	A 12,5 mm	A 15 mm	A 18 mm
DENSIDAD SUPERFICIAL (Kg./m <sup>2</sup> )		7,4	9,1	11,2	14,0
DENSIDAD VOLUMETRICA (Kg./m <sup>3</sup> )		779	728	753	778
CARGA DE ROTURA A FLEXIÓN EN SENTIDO LONGITUDINAL (N)	real	486	650	800	1000
	mín s/EN 520	400	550	650	774
CARGA DE ROTURA A FLEXIÓN EN SENTIDO TRANSVERSAL (N)	real	177	247	320	470
	mín s/EN 520	160	210	250	302
CONDUCTIVIDAD TERMICA $\lambda$ (W/m K)		0,25			
RESISTENCIA TÉRMICA Rt (m <sup>2</sup> .K/W)		0.038	0.05	0.06	0.072
PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA $\mu$		4 - 10			
PERMEABILIDAD AL AIRE m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> . s.Pa		1,4x10 <sup>-6</sup>			
DILATACION TERMICA		5x10 <sup>-6</sup> mm/°C			
		A 9,5 mm	A 12,5 mm	A 15 mm	A 18 mm
RADIO DE CURVATURA		> 2000 mm	>1000 mm	---	---
DUREZA SUPERFICIAL		huella $\varnothing$ <20 mm			
CLASIFICACION AL FUEGO		A2 - s1,d0			

#### Dimensiones:

Espesor: 9,5- 12,5 - 15 - 18 mm.

Espesor: 18 mm.

Anchura: 1200 mm.

Las longitudes de serie según la tarifa en vigor.

Rectitud de aristas.

Profundidad de afinado:

Anchura del afinado del borde:

#### Tolerancias:

+ 0,5 mm.

+ 0,7 mm.

+ 0 mm.

- 4 mm.

+ 0 mm.

- 5 mm.

≤ 2,5 mm./m. (anchura)

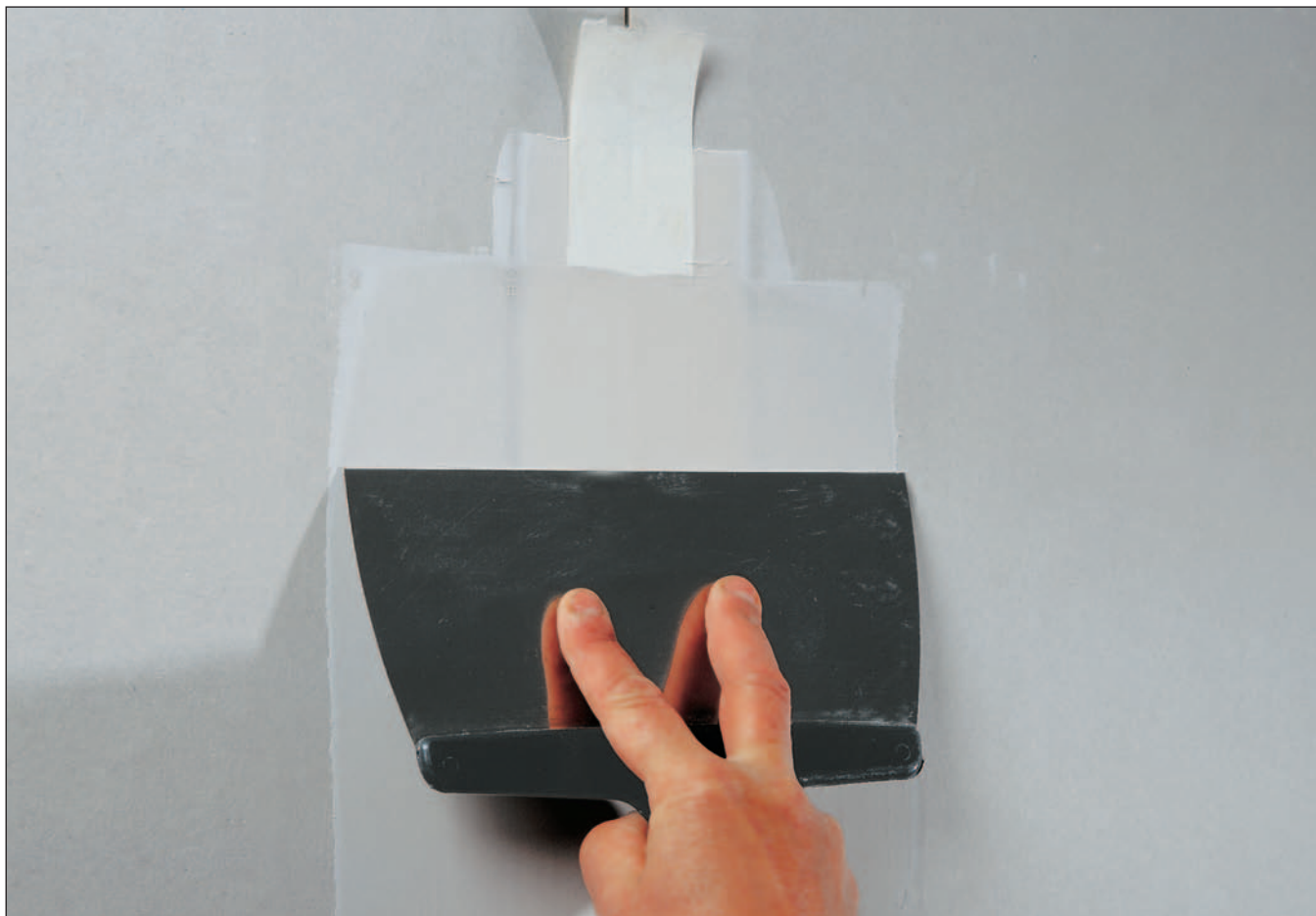
entre 0,6 y 2,5 mm.

entre 40 mm. y 80 mm.

#### Calidad constatada:

La regularidad con que son sometidas a ensayo los materiales en los laboratorios de nuestra fábrica, garantizan una calidad constante desde el control de calidad de las materias primas a la vigilancia permanente de la producción. Nuestra amplia gama de productos ofrece siempre la garantía de estar todos fabricados bajo norma UNE EN 520 y tiene el marcado CE.

## **APÊNDICE B- FICHAS TÉCNICAS MASSA DE JUNTAS**



# CE 78 LENT

## PLASTERBOARD JOINT CEMENT

### TECHNICAL DEFINITION

CE 78 LENT is a powder filler designed specifically for jointing tapered edge plasterboard in combination with a joint tape.

The mix can be used for more than 24 hours, and application can be mechanical or manual.

### COMPOSITION AND APPEARANCE

Powder filler based on calcium carbonate, resin and various additives.

The mix obtained is white.

### SUITABLE SUBSTRATES.

All types of plasterboard with or without insulation (glass wool, rock wool, polystyrene) with tapered edges and paper facing.

### COVERING

- Primer undercoat for plasterboard
- Plaster-based smoothing filler

### DOCUMENTS TO BE CONSULTED

Avis Technique N° 9/02-731 and DTU 25.41.

### TECHNICAL CHARACTERISTICS

- Setting time: air drying.
- Strip adhesion: > 1,000 g.
- Fracturing: no cracking up to 5 mm thick.
- Density: 0.8.

### PACKING

Sacks of 5 and 25 kg on wrapped pallet.

### STORAGE

9 months in original unopened package, protected from damp.



## APPLICATION

### PRECAUTIONS FOR USE

The temperature during application and drying must be between 5 and 30°C.

Do not apply to damp substrates.

Do not use on frozen substrates.

In winter and cold weather, use preferably our CE 78 (fast or very fast) setting fillers.

### PREPARATION OF SURFACES

Plasterboards will be attached as per DTU 25.41.

Cut edges of boards must be bevelled and dusted.

### MIXING RATE

From 10 to 11 l. of water per 25 kg sack.

### APPLICATION

Before jointing fill gaps between boards and any irregular joints and repair any damaged board.

Apply manually by using a 10 or 15cm filling knife and apply the tape – milled face against the board. Then apply a finish coat, allow to dry and finish to cover the tape.

Also cover screw heads.

Apply a tape into the ceiling joins and ensure that the concrete is free of any signs of mould-release oil.

For vertical protruding angles use a reinforced tape (metal side against the board) or a metal angle bead.

### ASSOCIATED TAPES

MARCO PAPER or SOROPA tapes.

### CONSUMPTION

Approximately 350 g/m<sup>2</sup> of board.

### DRYING TIME

Recoating is possible 8 hours after application of the first coat.

## JOINT CEMENT

**CE 78 LENT is an outstanding material for taping and jointing plasterboard.**

**The product is easy to apply and offers a very long working life after mixing, over 24 hours.**

## ADVANTAGES

- Manual or mechanical application.
- Suitable for large sites.
- Very long working life.

## APPLICATION TIP

**CE 78 LENT is only to be used in hot and dry weather.**

AVIS TECHNIQUE N° 9/02-731







## FICHA TECNICA

### CINTA PARA JUNTAS PLADUR®

(S/ UNE-EN-13963)

**DEFINICION** : Cinta de papel especial micro perforada, utilizada para el tratamiento de las uniones entre Placas de Yeso Laminado **PLADUR®** o entre éstas y otros elementos.

**MATERIAL BASE** : .....Papel Kraft lijado y perforado

**COLOR**.....Blanco-hueso (puede presentarse con distintas tonalidades, llegando a beige)

**ESPESOR NOMINAL**: .....0,215 mm. ( $\pm 0,008$  mm.)

**GRAMAJE**: .....132,5 G/m<sup>2</sup> ( $\pm 12,5$  g/m<sup>2</sup>)

**ANCHO**: .....51 mm. ( $\pm 1$  mm.)

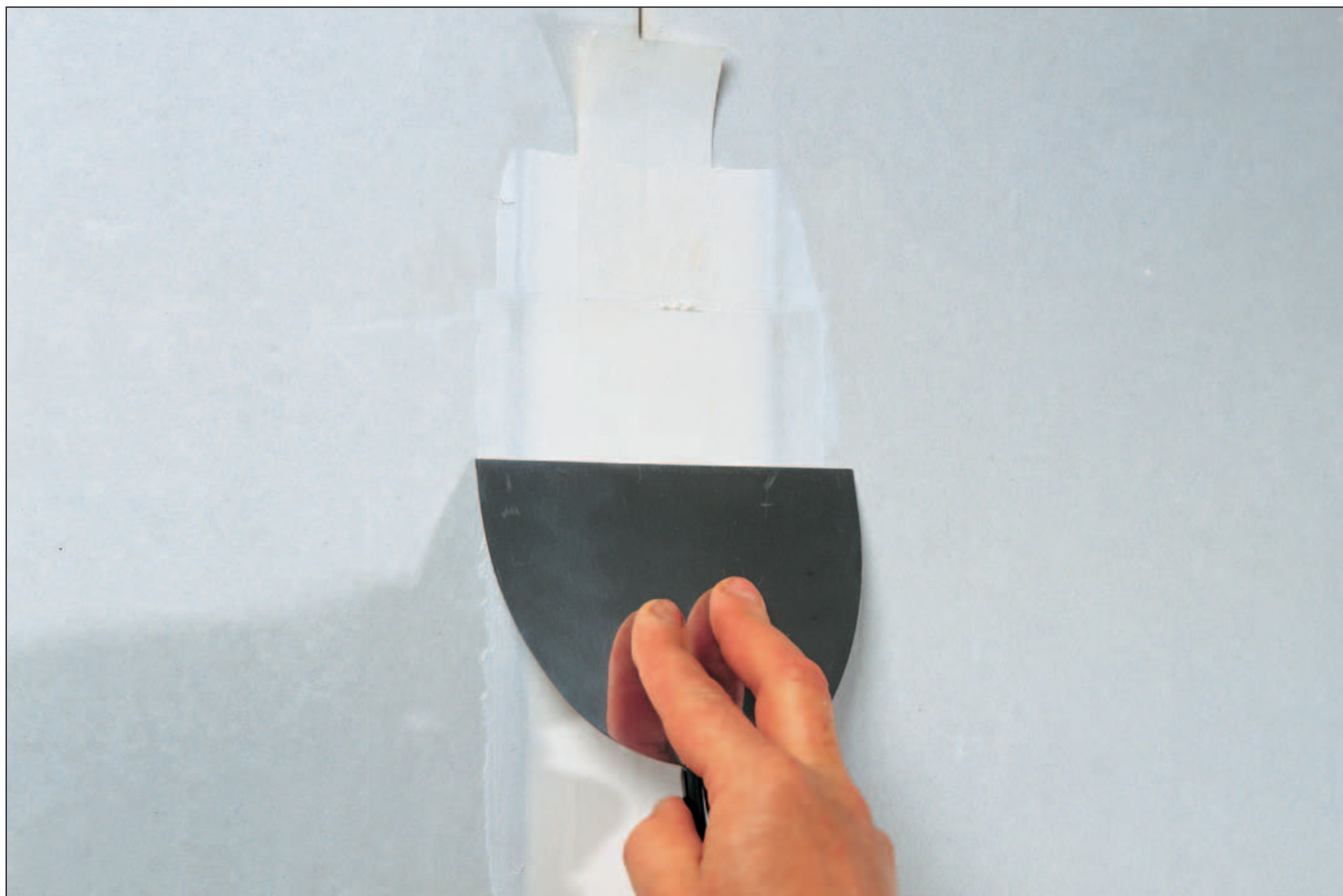
**MARCADO CENTRAL DE EJE**:.....**SI** (distancia del centro real a  $\pm 1,6$  mm.)

**TIPO DE PERFORACIONES**.....Eléctricas

**Nº DE PERFORACIONES**:.....200 A 600 perforaciones/m<sup>2</sup>

**PRESENTACION**: .....Rollos de 150 m. : 10 unidades caja  
.....Rollos de 20 m. : 40 unidades por caja

**CONSERVACIÓN**:.....Prevenir el contacto con disolventes, aceites y oxidantes fuertes. Evitar la luz directa del sol y el aire, sobre todo en obra. No exponer el material a llamas o cualquier otra fuente de ignición o calor.



# CE 78 RAPIDE/ TRES RAPIDE

## PLASTERBOARD JOINTING FILLER

**SETTING TIME 4 HOURS**

**SETTING TIME 1/2, 1 OR 2 HOURS**

### TECHNICAL DEFINITION

CE 78 RAPIDE is a powder filler designed specifically for jointing tapered edge plasterboard in combination with a joint tape.

4 hours mix working life.

### COMPOSITION AND APPEARANCE

Powder filler based on plaster, calcium carbonate, resin and various additives.

The paste obtained is white.

### SUITABLE SUBSTRATES

All types of plasterboard with or without insulation (glass wool, rock wool, polystyrene) with tapered edges and paper face.

### COVERING

- Primer undercoat for plasterboard
- Plaster-based smoothing filler

### DOCUMENTS TO BE CONSULTED

DTU 25.41.

Avis Technique CSTB N° 9/02-732.

### TECHNICAL CHARACTERISTICS

- Setting time: 4 hours.
- Strip adhesion: > 1,000 g.
- Cracking: no cracking up to 5 mm thickness.
- Density: 0.9

These characteristics are confirmed by the Avis Technique.

### PACKING

Sacks of 5 and 25 kg on wrapped pallet.

### STORAGE

9 months in original unopened package, protected from damp.

## APPLICATION

### PRECAUTIONS FOR USE

The temperature during application and drying must be between 5 and 30°C.

Do not apply to damp substrate.

Do not use mix that has begun to set.

### PREPARATION OF SURFACE

Plasterboard must be attached in conformity with DTU 25.41.

Cuts made into plasterboard must be on the bevel and dusted.

### MIXING FACTOR

From 10 to 11 l of water per 25 kg sack.

### APPLICATION

Before jointing fill gaps between boards and any irregular joints and repair any damaged board.

Apply manually by using a 10 or 15cm filling knife and apply the tape – milled face against the board. Then apply a finish coat, allow to dry and finish to cover the tape.

Also cover screw heads.

Apply a tape into the ceiling joins and ensure that the concrete is free of any signs of mould-release oil.

For vertical protruding angles use a reinforced tape (metal side against the board) or a metal angle bead.

### ASSOCIATED TAPES

MARCO PAPER or SOROPA tape.

### CONSUMPTION

Approximately 350 g/m<sup>2</sup> of plasterboard.

### DRYING TIME

Second coat may be applied 4 hours after application of the first coat.

## FAST SETTING JOINT FILLER

Formulated specially  
for short setting times,  
**CE 78 RAPIDE** makes  
for faster work on site.

## ADVANTAGES

- Ideal for cold and wet weather.
- High quality finish.

## APPLICATION TIP

To prevent furring do  
not sand the paper face  
of the board before  
applying the primer.

AVIS TECHNIQUE N° 9/02-732



**APÊNDICE C- FICHAS TÉCNICAS DO ISOLAMENTO  
ACÚSTICO**

**Sociedade Técnica de Isolamentos e Energias Renováveis, Lda.**

## **BASWAphon**

### **Ficha Técnica**

O BASWAphon é constituído por placas de lã mineral que são fixadas sobre uma base de suporte (tecto ou paramento). Após colmatação das juntas, as placas base são revestidas com uma ou várias camadas igualmente minerais de forma a obter uma superfície absolutamente lisa e homogênea, bem como um acabamento contínuo, isento de juntas.

#### ***Propriedades Físicas:***

##### **Resistência à humidade:**

Em situações de humidade relativa do ar inferiores a 70% e, em simultâneo, temperaturas inferiores a 32°C o BASWAphon mantém-se absolutamente estável. O BASWAphon foi aplicado por várias vezes em piscinas cobertas (com sistema de ventilação e renovação de ar adequado) sem que tenha surgido qualquer tipo de problema. Caso sejam superados os valores mencionados por períodos muito longos e constantes, os polímeros contidos no BASWAphon podem apresentar fenómenos de dissolução e levar à deterioração do material.

**Nota Importante:** A colagem das placas é realizada com adesivo à base de gesso (substrato em placas de gesso cartonado ou estuque) ou à base de cimento (substrato em betão ou reboco). Em qualquer dos casos são utilizados ligantes de elevado poder de aderência, em camada contínua. Pelo seu forte poder de aderência, essa película assegura totalmente a fixação do conjunto, cujo peso por m<sup>2</sup> não excede os 15 kg. Em casos específicos e pontuais poderá optar-se por uma fixação mecânica adicional.

##### **Resistência a pressões:**

Sobre base sólida, o BASWAphon consegue suportar elevadas variações de pressão atmosférica sem qualquer dano. Caso seja aplicado sobre bases sujeitas a fortes vibrações poderão surgir fissuras na camada de acabamento. Tectos falsos que sirvam de base ao BASWAphon deverão, por este motivo, ser montados de forma o mais sólida possível para limitar oscilações e vibrações.

##### **Acumulação de poeiras:**

O material que serve de base ao BASWAphon tem que ser estanque à passagem de ar, para que não haja acumulação pontual de partículas.

Dado a superfície do BASWAphon ser absolutamente lisa, a acumulação de partículas é muito reduzida. Haverá, com o tempo, dado o material ser poroso, uma infiltração de partículas uniforme, pouco significativa, nos poros do BASWAphon.

Quando o local de aplicação previsto tiver um elevado grau de partículas em suspensão no ar, aconselha-se a escolher uma cor diferente do branco, (Natural Color System) eventualmente um cinzento ou beije claro para que não seja tão visível a progressiva acumulação de poeiras na

superfície do material. Igualmente poderá ser necessária uma limpeza de manutenção ao fim de alguns anos função do ambiente em que se encontra instalado.

### **Limpeza e manutenção:**

O BASWApohon é um material resistente à impregnação ou sujidade, não pode porém evitar que, sendo agredido por agentes permanentes, venha a ficar sujo ou eventualmente manchado.

No primeiro caso poderá seguir-se a seguinte metodologia:

1. Aspiração e/ou escovagem com vassoura suave para remoção de pó,
2. Lavagem com pano húmido

No segundo caso o aparecimento de manchas resistentes ou provocadas por produtos gordurosos pode eliminar-se ou corrigir-se:

1. Lavagem com água oxigenada diluída
2. Por nova aplicação do revestimento final.

### **Resistência ao fogo:**

Classificação **A2 – S1, d0** (não combustível) segundo NF EN 13501-1 e **6q.3** segundo Norma Suíça (praticamente incombustível, ligeira emissão de fumo).

### **Propriedades Químicas:**

Os componentes do BASWApohon foram desenvolvidos sob a orientação máxima de conterem o mínimo de ingredientes ecologicamente de peso relevante. Foram nesse sentido excluídos solventes, compostos orgânicos voláteis, amoníaco, formaldeído e substâncias halogenadas.

### **Composição do revestimento seco:**

Componentes inorgânicos	97%
Óxido de Titânio	1%
Ligantes orgânicos	<2%

### **Acções de combate ao fogo:**

- Agentes apropriados:
  - Espuma (resistente ao álcool), dióxido de carbono, pó, aerossol (água) – água não deverá escorrer para sistema de canalização público.
- Agentes inadequados por razões de segurança:
  - Água em jacto
- Riscos eminentes originados pelo produto em caso de fogo:
  - Ligeira libertação de fumo

### **Outras Propriedades:**

#### **Prazo de Vida:**

Neste momento, a aplicação mais antiga apresenta 20 anos de vida, sem alterações das performances técnicas ou do aspecto visual.

## BASWAphon Base

2012/2



### Product description and areas of application

The ready to process, high quality and open pore BASWAphon Base coating substance, is produced from natural marble sand. BASWAphon Base is manufactured as the final coat for the BASWAphon System Base, as a primer for the BASWAphon System Classic, as a filling layer for crevices and as a masking coat for the capillary tubes for the BASWAphon System Cool.

### Product data

<b>Product base</b>	Synthetic resin plaster containing marble sand, water-based (solvent-free)
<b>Item number</b>	a007
<b>Grain size</b>	0.7 mm
<b>Standard colour</b>	White ~ NCS S 0500 N
<b>Other colours</b>	RAL/NCS
<b>Storage</b>	The product is sensitive to frost! Storage temperature +5°C bis +49°C. Only store in the original packaging, firmly enclosed. Storage period 6 months

## Delivery

---

**Delivered as** Container of 25 kg

For further information about delivery, please contact BASWA acoustic AG T +41 (0)41 914 02 22.

## Application regulations

---

### Processing

#### **BASWaphon Base** **One-coat system**

---

<b>Intended Use</b>	<b>Base as final coating</b>
<b>Applied using a notched trowel</b>	6 x 6 mm notches
<b>Consumption kg/m<sup>2</sup></b>	4.0–4.5
<b>Approx. processing time</b>	10–15 Min./m <sup>2</sup>
<b>Drying time at 20°C/50% π</b>	~ 60 Hrs.

#### **Methods of processing**

Manual application or by machine (special spraying machines required – Info from BASWAacoustic).

#### **Bonding characteristics**

Air drying. When completely dry (<10% moisture) practically insoluble in water.

#### **Processing conditions**

**More than 15°C** during processing until completely dry (<10% moisture) no temperature deviations >5° / prevent falls in temperature! Processing <30°C / >15°C. Prevent quick drying through air circulation or draught.

#### **Processing note**

Fundamentally, our general applicable BASWA processing directives must be observed.

#### **BASWaphon Classic** **Two-coat system**

---

<b>Intended Use</b>	<b>Base as primer</b>
<b>Applied using a notched trowel</b>	3 x 3 mm notches
<b>Consumption kg/m<sup>2</sup></b>	3.5–4.0
<b>Approx. processing time</b>	10–15 Min./m <sup>2</sup>
<b>Drying time at 20°C/50% π</b>	~ 48 Hrs.

#### **Methods of processing**

Manual application or by machine (special spraying machines required – Info from BASWAacoustic).

#### **Bonding characteristics**

Air drying. When completely dry (<10% moisture) practically insoluble in water.

#### **Processing conditions**

**More than 15°C** during processing until completely dry (<10% moisture) no temperature deviations >5° / prevent falls in temperature! Processing <30°C / >15°C. Prevent quick drying through air circulation or draught.



## Processing note

Fundamentally, our general applicable BASWA processing directives must be observed.

## BASWAphon Cool

---

Intended Use	Filling layer for capillary tubes	Masking coat for capillary tubes
Applied using a notched trowel	Sprayed – smoothened	3 x 3 mm notches
Consumption kg / m <sup>2</sup>	7.5–8.0	3.5–4.0
Approx. processing time	3–5 Min. / m <sup>2</sup>	10–15 Min. / m <sup>2</sup>
Drying time at 20°C / 50% π	~ 72 Hrs.	~ 48 Hrs.

### Methods of processing

Manual application or by machine (special spraying machines required – Info from BASWAacoustic).

### Bonding characteristics

Air drying. When completely dry (<10% moisture) practically insoluble in water.

### Processing conditions

**More than 15°C** during processing until completely dry (<10% moisture) no temperature deviations >5° / prevent falls in temperature! Processing <30°C / >15°C. Prevent quick drying through air circulation or draught.

### Processing note

Fundamentally, our general applicable BASWA processing directives must be observed.

For further information about safety during transportation, storage and handling, as well as disposal, refer to the BASWA safety data sheet ([www.baswa.com](http://www.baswa.com)).

## Disclaimer

The previously mentioned data, in particular the suggestions for the processing and application of our products, are based on our knowledge and experience in the normal case, prerequisite is that the products have been correctly stored and used. Because of the different materials, surfaces and deviating working conditions, no guarantee of the result of the work can be given, or liability be placed, regardless of the legal relationship, neither from these instructions, nor from verbal advice, unless we are culpable of intent or gross negligence. Hereby, the user must prove that he/she has provided punctual, complete written knowledge to BASWA in order for BASWA to attain a correct and successful evaluation. Upon receipt, the user must check the products for their suitability for the envisaged application. Changes to the product specifications remained reserved. Observe the protection rights of third parties. Furthermore, our respective sales and delivery conditions remain applicable. The current product data sheet is applicable and can be requested from us.

# BASWAphon

*Sistema acústico contínuo para tectos e paredes  
... o mais fino acabamento*



*Cafetaria do Museu de Serralves, Porto*



# **BASWAphon** no Condicionamento Acústico de Espaços

Redução do tempo de reverberação em espaços com acústica crítica de todos os géneros, como escolas, salas de conferência, igrejas, hotéis, restaurantes, hospitais, habitações, etc.

## **O SISTEMA BASWAphon**

Consiste em painéis de lã mineral calibrados e de peso reduzido que são colados sobre uma base (betão, gesso cartonado, etc.) e posteriormente barrados em vários passos com uma massa mineral de forma a obter-se uma superfície contínua. A espessura total do sistema é em função do painel base de apenas 30 a 70mm.



## **ASPECTO FINAL**

A ausência de juntas e uma superfície praticamente lisa dão uma aparência final ao produto equivalente a gesso estanhado. É possível colorir o produto, na massa, em todas as cores da escala NCS.



## **RESISTÊNCIA AO FOGO/ECOLOGIA**

Os produtos BASWAphon são isentos de solventes e dissolventes ligeiros, amoníaco, formaldeído ou aditivos flexibilizantes tornando-o um produto compatível com o meio ambiente. Sob o ponto de vista da resistência ao fogo, o sistema está certificado na Alemanha como A2 segundo DIN, nos EUA como A0 segundo ASTM e na Suíça como S6q3 segundo SN, logo incombustível.





## APLICAÇÃO

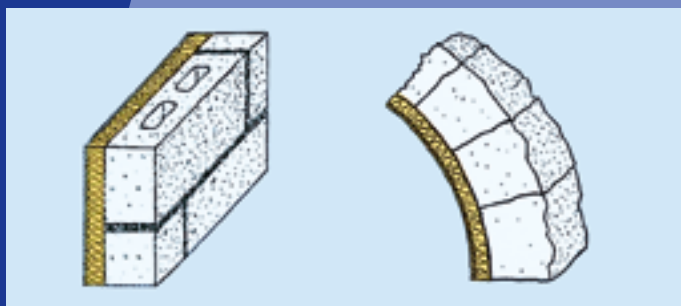
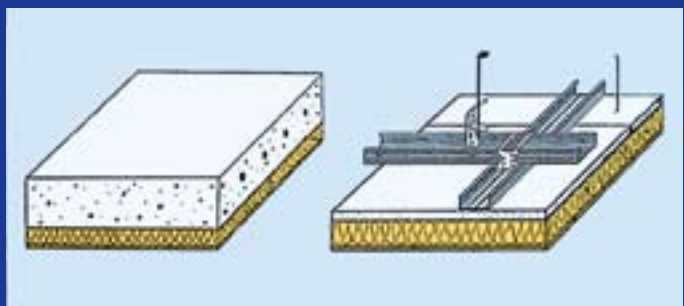
A aplicação é feita exclusivamente por empresas representantes ou certificadas pela BASWA Acoustic AG.



## UTILIZAÇÃO

Para além do principal fim deste produto que é o tratamento acústico em tectos, o sistema é perfeitamente apropriado para aplicações verticais tais como, paredes e colunas e até mesmo em superfícies curvas (côncavas ou/convexas).

O BASWAphon pode ser aplicado em 3 graus de acabamento distintos: BASE com granulometria de 0,7mm, FINE com granulometria de 0,5mm e Classic com 0,3mm.



## MANUTENÇÃO

A superfície BASWAphon pode ser limpa com solução de enzimas ou reposta na cor original quando isso se justificar por reaplicação da camada de acabamento com eventual prévia remoção da camada existente. Este trabalho faz-se rapidamente e quase isento de poeiras.



# ABSORÇÃO

## BASWAphon BASE sobre base solida

Espessura painel base (mm)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	NRC
30	0,10	0,32	0,83	0,89	0,73	0,65	0,70
50	0,19	0,82	0,97	0,87	0,76	0,66	0,85
70	0,28	0,95	0,98	0,83	0,72	0,61	0,85

## BASWAphon BASE sob tecto falso c/ cx de ar de 200mm

Espessura painel base (mm)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	NRC
30	0,31	0,48	0,86	0,93	0,80	0,71	0,75
50	0,41	0,63	0,97	0,93	0,80	0,76	0,85
70	0,53	0,91	0,96	0,86	0,77	0,67	0,90

## BASWAphon FINE sobre base solida

Espessura painel base (mm)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	NRC
30	0,11	0,34	0,81	0,81	0,68	0,59	0,65
50	0,19	0,77	0,95	0,87	0,79	0,70	0,85
70	0,35	0,92	0,83	0,72	0,63	0,59	0,80

## BASWAphon FINE sob tecto falso c/ cx de ar de 200mm

Espessura painel base (mm)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	NRC
30	0,34	0,47	0,83	0,85	0,72	0,66	0,70
50	0,41	0,56	0,97	0,91	0,81	0,74	0,80
70	0,54	0,66	0,84	0,77	0,71	0,67	0,75

## BASWAphon CLASSIC sobre base solida

Espessura painel base (mm)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	NRC
30	0,12	0,37	0,82	0,86	0,75	0,66	0,70
50	0,17	0,79	0,83	0,74	0,63	0,56	0,75
70	0,23	0,83	0,77	0,64	0,56	0,48	0,70

## BASWAphon CLASSIC sob tecto falso c/ cx de ar de 200mm

Espessura painel base (mm)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	NRC
30	0,35	0,48	0,84	0,87	0,74	0,71	0,75
50	0,38	0,76	0,85	0,77	0,67	0,64	0,75
70	0,46	0,83	0,78	0,70	0,59	0,56	0,75

Representante e Aplicador exclusivo para Portugal e Espanha:

# S.T.I.E.R.

## Sociedade Técnica de Isolamentos e Energias Renováveis, Lda

### ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Apartado 88 • 2959-909 Pinhal Novo – PORTUGAL

### SEDE:

Parque Industrial Vale do Alecrim  
Rua do Níquel, Lote 67 • 2950-424 Palmela – PORTUGAL  
Tel: +351 212 388 370 • Fax: +351 212 388 379  
Email: info@stier-acustica.com

### Filial Porto:

Tel/Fax: +351 222 003 306  
Telem: +351 963 794 438 • +351 963 241 202  
E-mail: guimaraesjmc@gmail.com

### Delegação Galiza e Astúrias:

Tel.: + 351 212 388 370 • Telm.: +351 969 015 690  
E-mail: stier.es@sapo.pt

## BASWAphon Fill dry

2012/2



### Product description and areas of application

The BASWAphon Fill dry dry mixture is used for filling butt joints between BASWAphon acoustic panels, embedding edge protection, surface coating for hybrid systems, repairing damage and imperfections in the precoating of the acoustic panels, as well as compensating for unevenness.

### Product data

<b>Product based on</b>	Expanded glass granulate, based on recycled glass
<b>Item number</b>	a023
<b>Grain size</b>	0.5 to 1.0 mm
<b>Thermal conductivity</b>	0.14 W / m*K
<b>Storage</b>	Product is sensitive to frost! Storage temperature + 5°C bis + 49°C. Only store in the original containers firmly closed. Storage life 6 months

### Delivery

<b>Delivered as</b>	Container, approx. 6.5 kg dry material, after stirring up with water approx. 15 litres of ready-made seam filler
---------------------	---

## Application instructions

---

### Processing

<b>Method of processing</b>	Manually using a stainless-steel spatula
<b>Consumption kg (l) / m<sup>2</sup></b>	0.3–0.4 for filling butt joints, approx. 5–6 for complete application for hybrid systems, layer thickness 5 mm.
<b>Approx. Processing time</b>	2–4 Min. / m <sup>2</sup> for filling butt joints, 10–15 Min. / m <sup>2</sup> for complete application for hybrid systems.
<b>Drying time at 20°C / 50 % π</b>	Min. 36 Hrs., for complete application min. 72 Hrs.
<b>Bonding characteristics</b>	Air drying. When completely dry (< 10 % moisture), practically impermeable.
<b>Processing temperatures</b>	More than 15°C during processing until completely dry (<10% moisture) no temperature fluctuations >5° temperature differences!
<b>Processing</b>	Fundamentally, observe our general applicable BASWA processing guidelines

### General Instructions

For further information about safety during transportation, storage and handling, as well as disposal, refer to the BASWA safety data sheet ([www.baswa.com](http://www.baswa.com)).

### Disclaimer

The previously mentioned data, in particular the suggestions for the processing and application of our products, are based on our knowledge and experience in the normal case, prerequisite is that the products have been correctly stored and used. Because of the different materials, surfaces and deviating working conditions, no guarantee of the result of the work can be given, or liability be placed, regardless of the legal relationship, neither from these instructions, nor from verbal advice, unless we are culpable of intent or gross negligence. Hereby, the user must prove that he/she has provided punctual, complete written knowledge to BASWA in order for BASWA to attain a correct and successful evaluation. Upon receipt, the user must check the products for their suitability for the envisaged application. Changes to the product specifications remained reserved. Observe the protection rights of third parties. Furthermore, our respective sales and delivery conditions remain applicable. The current product data sheet is applicable and can be requested from us.

## **APÊNDICE D- FICHAS TÉCNICAS DA PERFILARIA**



# Ficha Técnica de Produto

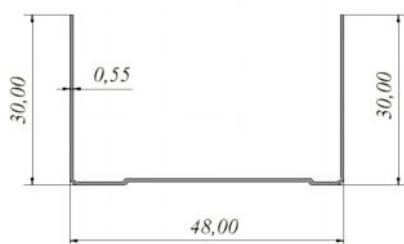


Perfil Canal 48 – CA.xxx.48

## Utilização

Perfil Canal 48, para apoio de elementos verticais, Montantes, em estruturas portantes para aplicação da placa de gesso laminado PYL.

## Dimensões



## Material

Aço perfilado a frio.

Produto de acordo com a tabela ZA.3a y ZA.3b do anexo ZA da Norma EN-14195

Perfilaria metálica para todos os usos previstos na tabela ZA.3a e ZA.3b do anexo ZA da Norma EN-14195, quando esteja destinada a ser utilizada em situações com exigências de reacção ao fogo.

## Especificações Técnicas da Perfilaria Galvanizada

Características	Valores	Limites segundo EN-14195:2005
Reacção ao fogo	Euroclasse A1	Sem necessidade de ensaio
Emissões Gasosas	Não apresenta	
Limite Elástico da Chapa	180 N/m <sup>2</sup>	180 N/m <sup>2</sup>
Recobrimento de Protecção	Zinco	Aço segundo EN-10326 y EN-14195
Espessura Nominal	0,55 mm.	+/- 0,1 mm.
Comprimentos	<3000 mm.	+/- 3,0 mm.
	3000< L <5000 mm.	+/- 4,0 mm.
Largura Nominal	48 mm.	+/-0,5 mm.
Altura da Aba	30 mm.	+/- 0,1 mm.
Dimensão Angular	90º	+/- 1 º
Linearidade do Perfil	< Comp. / 400	Comp. / 400
Torção	< 10% da Largura do Perfil	h/B < 0,1
Perfurações	Não apresenta	

## Propriedades Técnicas da Seccção

Área	Peso	Planificado	I <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	S <sub>y</sub>
57,75 mm <sup>2</sup>	0,453 Kg./m	105,00 mm.	5571 mm <sup>4</sup>	645,71 mm <sup>3</sup>	22959 mm <sup>4</sup>	956,60 mm <sup>3</sup>

## Correspondência com outros Produtos

Produto	Ref.	Aplicação
Montante 46	M.XXX.46	Elemento portante vertical em revestimentos e divisórias

Nota. xxx ... comprimento dos perfis.

# Ficha Técnica de Produto



Perfil Canal 73 – CA.xxx.73

## Utilização

Perfil Canal 73, para apoio de elementos verticais, Montantes, em estruturas portantes para aplicação da placa de gesso laminado PYL.

## Dimensões



## Material

Aço perfilado a frio.

Produto de acordo com a tabela ZA.3a y ZA.3b do anexo ZA da Norma EN-14195

Perfilaria metálica para todos os usos previstos na tabela ZA.3a y ZA.3b do anexo ZA da Norma EN-14195, quando esteja destinada a ser utilizada em situações com exigências de reacção ao fogo.

## Especificações Técnicas de Perfilaria Galvanizada

Características	Valores	Limites segundo EN-14195:2005
Reacção ao fogo	Euroclasse A1	Sem necessidade de ensaio
Emissões Gasosas	Não apresenta	
Limite Elástico da Chapa	180 N/m <sup>2</sup>	180 N/m <sup>2</sup>
Recobrimento Protecção	Zinco	Aço segundo EN-10326 y EN-14195
Espesor Nominal	0,55 mm.	+/- 0,1 mm.
Comprimentos	<3000 mm.	+/- 3,0 mm.
	3000< L <5000 mm.	+/- 4,0 mm.
Largura Nominal	73 mm.	+/-0,5 mm.
Altura da Aba	34 mm.	+/- 0,1 mm.
Dimensão Angular	90º	+/- 1 º
Linearidade do Perfil	< Comp. / 400	Comp. / 400
Torção	< 10% da Largura do Perfil	h/B < 0,1
Perfurações	Não apresenta	

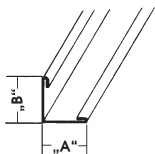
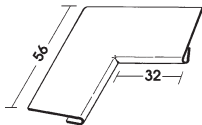
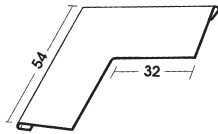
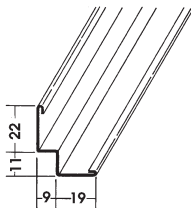
## Propriedades Técnicas da Secção

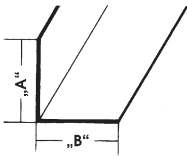
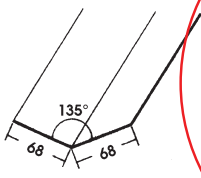
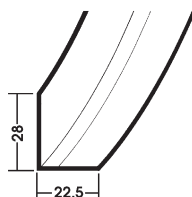
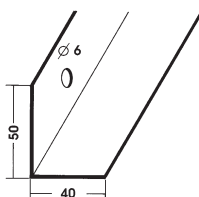
Área	Peso	Planificado	I <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	S <sub>y</sub>
75,35 mm <sup>2</sup>	0,591 Kg./m	137,00 mm.	8938 mm <sup>4</sup>	1055,2 mm <sup>3</sup>	65315 mm <sup>4</sup>	1789,5 mm <sup>3</sup>

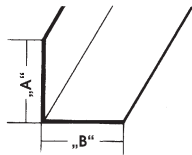
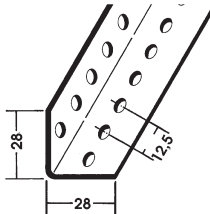
## Correspondência com outros Produtos

Produto	Ref.	Aplicação
Montante 70	M.XXX.70	Elemento portante vertical em revestimentos e divisórias .

Nota. xxx ... comprimento dos perfis.

Order no.	Length/cm	Material thickness mm	Weight/kg 100 m/pcs	Packing pcs/lengths	
Angle profile galvanised, coated					
5334	300	0.5	19.6	40	„A x B“ 24 x 24 mm, white 19 x 19 mm, white 30 x 30 mm, white  Other colours on request
5328	300	0.5	17.0	40	
5332	300	0.5	25.5	40	
Corner connector for angle profile ref. 5334, galvanised, coated, white					
6114	-	0.40	1.0	100	for inner corner
6113	-	0.40	1.0	100	for outer corner
 					
Angle profile galvanised, for shadow joints, white coated					
5329	300	0.5	25.0	40	

Order no.	Length/cm	Material thickness mm	Weight/kg 100 m/pcs	Packing pcs/lengths	
Angle profile galvanised					
5160	400	0.56	19.3	20	<div>„A x B“</div> <div>23 x 23 mm</div> <div>28 x 28 mm</div> <div>41 x 41 mm</div> <div>50 x 50 mm</div> <div>40 x 40 mm</div> <div>40 x 20 mm</div> <div></div> <div>Further dimensions on request</div>
5161	400	0.56	23.7	20	
5162	400	0.56	35.2	20	
5164	250	0.60	43.5	20	
5177	300	1.0	62.0	10	
5165	300	1.0	47.0	8	
Angle profile 135° galvanised					
5448	300	0.60	65.0	10	<div></div>
PVC-angle profile white, flexible concave/convex					
3769	250	1.5	13.9	10	<div></div>
Angle profile galvanised					
5180	300	1.5	104	10	<div></div>

Order no.	Length/cm	Material thickness mm	Weight/kg 100 m/pcs	Packing pcs/lengths	
PVC-angle profile					
3519	250	2.5	22.8	20	<b>„A x B“</b> 35 x 35 mm  25 x 25 mm  Colour Nos: white 10 brick red 33 black 90 brown 47 
3520	500				
	250	2.0	13.6	20	
	500				
Suspension angle profile galvanised, perforation Ø 6.5					
5178	400	2.00	76	8	

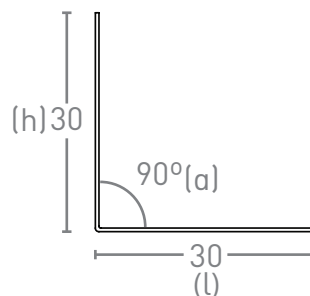
## Cantoneira L30

Utilização:

Remate perimetral para tectos em gesso cartonado.

Descrição:

Perfil metálico perfilado a 90° em forma de "L". Este perfil proporciona uma maior superfície de apoio para a aplicação das placas de gesso cartonado utilizado nos tectos falsos.



## Tolerâncias Dimensionais

Item	Características	Valores
1	Comprimento (l)	-0.5 , +0.5 mm
2	Altura (h)	-0.3 , +0.3 mm
3	Angulo (α)	-3°, +0°

## Processo de Fabrico: Perfilagem

**Matéria Prima: Aço Galvanizado com 0.55mm de Espessura**

# Ficha Técnica de Produto

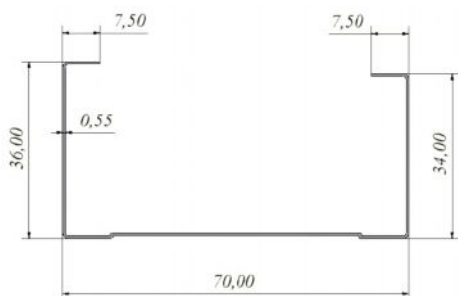
Perfil MONTANTE 70 – M.xxx.70



## Utilização

Perfil Montante 70, elemento principal na estrutura de suporte como apoio vertical da mesma em diferentes aplicações com placa de gesso laminado PYL.

## Dimensões



## Material

Aço perfilado a frio.

Produto de acordo com a tabela ZA.3a y ZA.3b do anexo ZA da Norma EN-14195

Perfilaria metálica para todos os usos previstos na tabela ZA.3a y ZA.3b do anexo ZA da Norma EN-14195, quando esteja destinada a ser utilizada em situações com exigências de reacção ao fogo.

## Especificaciones Técnicas Perfileria Galvanizada

Características	Valores	Limites segundo EN-14195:2005
Reacção ao fogo	Euroclasse A1	Sem necessidade de ensaio
Emissões Gasosas	Não apresenta	
Limite Elástico da Chapa	180 N/m <sup>2</sup>	180 N/m <sup>2</sup>
Recobrimento de Protecção	Zinco	Aço segundo EN-10326 y EN-14195
Espessura Nominal	0,55 mm.	+/- 0,1 mm.
Comprimentos	<3000 mm.	+/- 3,0 mm.
	3000 < L < 5000 mm.	+/- 4,0 mm.
largura Nominal	70 mm.	+/- 0,5 mm.
Altura da Aba	36 e 34 mm.	+/- 0,1 mm.
Dimensão Angular	90º	+/- 1 º
linearidade do Perfil	< 2 % +/- 1mm.	Comp. / 400
Torção	< 10% da largura do perfil	h/B < 0,1
Perfurações	70 x 30 mm. 5 por unidade	

## Propriedades Técnicas da Secção

Área	Peso	Planificado	I <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	S <sub>y</sub>
81,95 mm <sup>2</sup>	0,643 Kg./m	149,00 mm.	13832 mm <sup>4</sup>	1233,2 mm <sup>3</sup>	67294 mm <sup>4</sup>	1948,3 mm <sup>3</sup>

## Correspondência com outros Produtos

Produto	Ref.	Aplicação
Canal 73	CA.XXX.73	Elemento horizontal de apoio em revestimentos e divisórias.

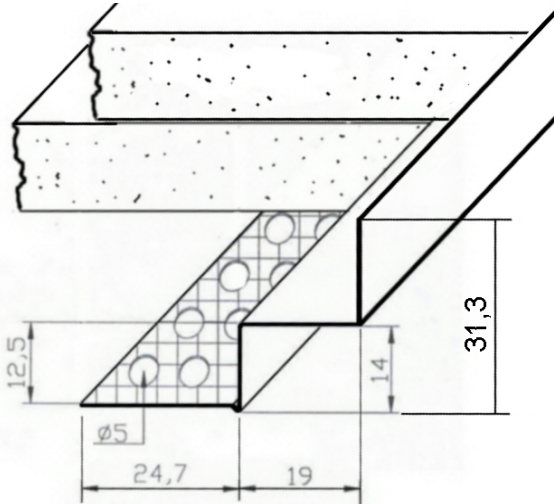
Nota. xxx é o comprimento do perfil.

# INFORMATION

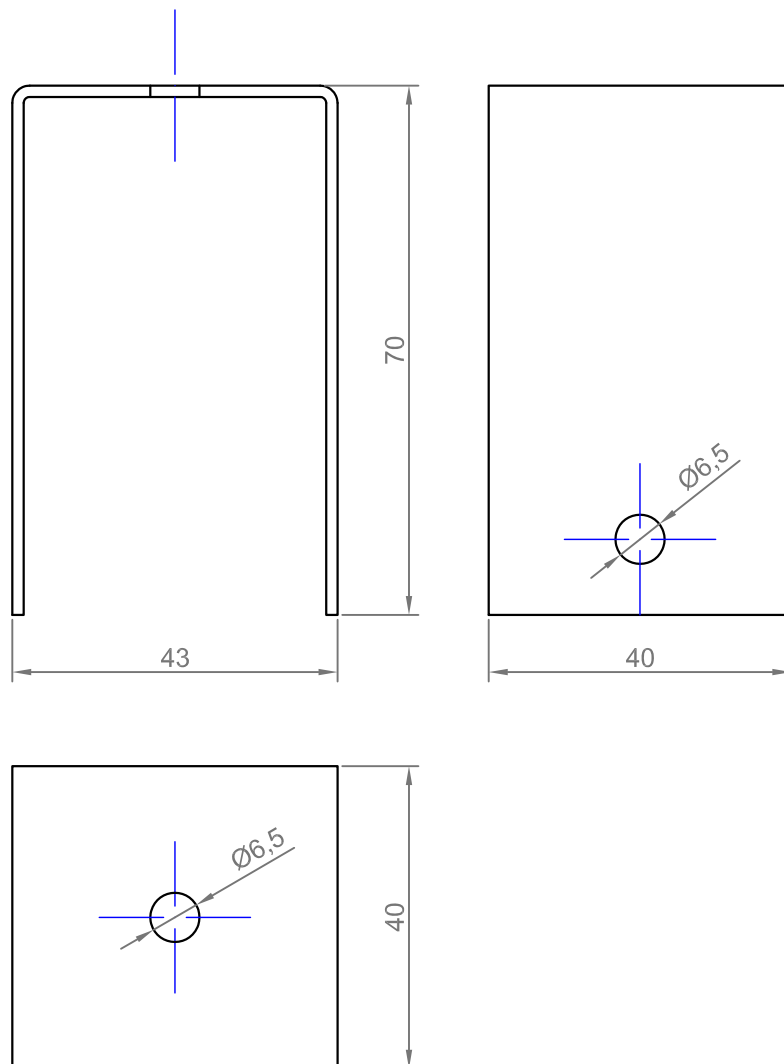
T



## PRODUCT DATA SHEET

<p>Product group: 1330</p> 	<p><b>DESCRIPTION</b></p> <p>RENO</p> <p>SADO BEAD IT</p> <p>PERORATION OR ILLER</p>
<p>MATERIAL OF PROFILE</p> <p>STANDARD</p> <p>THICKNESS OF MATERIAL</p> <p>GALVANISATION</p> <p>ADDITIONAL COATING</p> <p>LENGTH OF PROFILE</p> <p>PIECES PER BUNDLE / BOX</p> <p>REMARKS</p>	<p>GALVANISED STEEL NO. DX 51 D + Z</p> <p>EN 10327 + EN 10143</p> <p>0,45 mm</p> <p>Z 275</p> <p>./.</p> <p>250, 300 cm ± 1 cm</p> <p>20 PCS / BUNDLE</p>
<p>PROTEKTOR WERK</p> <p>Florenz Maisch GmbH &amp; Co. KG</p> <p>Viktoriastr. 58 • D-76571 Gaggenau</p>	<p>Tel. 07225/977-0</p> <p>Fax 07225/977-111</p> <p><a href="mailto:info@protektor.com">mailto:info@protektor.com</a></p> <p><a href="http://www.protektor.com">http://www.protektor.com</a></p> <p>Modified 11/2010</p> <p>Edition 01/2007</p>

The present data sheet corresponds to the actual stage of development of our products and ceases to be valid with a new edition. Make sure to use the latest edition of this information. Guarantee and liability are subject to our general terms and conditions of business. Please observe the guidelines for application, installation and storage. No liability assumed.



Cliente: DVM AO

Data: 13/11/2012

R.1

Projecto: Cúpula da Assembleia Nacional de Angola

Escala: 1/1

Matéria Prima: Aço

Tipo: Galv. 1,50mm Esp

Dimensões em milímetros (mm)

Notas:

Peça U

Desenhado por:  
VP

Aprovado por:

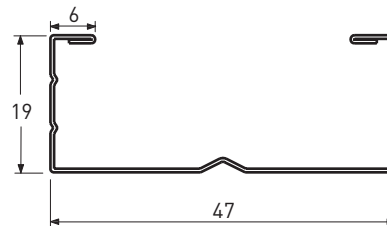
## Perfil TC 47

Utilização:

Tectos Falsos em gesso cartonado.

Descrição:

Perfil metálico em forma de “U” que tem como função criar uma estrutura para tectos de gesso cartonado.



## Especificações Técnicas

Item	Características	Valores	Limites segundo EN 14195:2005
1	Reacção ao Fogo	Euroclasse A1	Sem Necessidade de Ensaio
2	Emissões Gasosas	Não Apresenta	
3	Limite Elástico da Chapa	180N/m <sup>2</sup>	180N/m <sup>2</sup>
4	Recobrimento de Protecção	Zinco	Aço segundo EN 10326 e EN 14195
5	Espessura de Chapa (nominal)	0,55 mm	+/- 0,1 mm
6	Comprimentos	<3000 mm	+/- 0,3 mm
		3000 < L < 5000 mm	+/- 4,0 mm
7	Largura (nominal)	47 mm	+/- 0,5 mm
8	Altura da Aba	19 mm	+/- 0,1 mm
9	Dimensão Angular	90º	+/- 1º
10	Linearidade do Perfil	<Comp. / 400	Comp. / 400
11	Torção	<10% da Largura do Perfil	h/B <0,1
12	Perfurações	Não Apresenta	

## Propriedades Técnicas

Peso por metro linear	Planificado
0,406 kg/ml	94,7 mm



**Utilização:**

Tectos falsos em gesso cartonado.

**Descrição:**

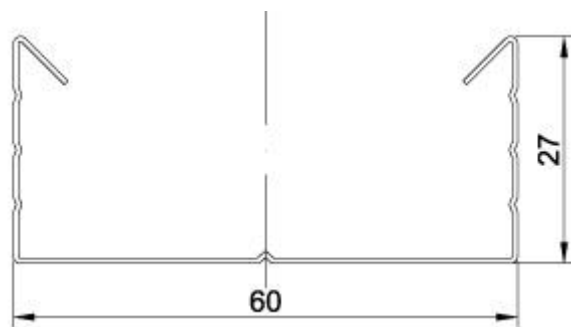
Perfil metálico em forma de "C" que tem como função criar uma estrutura para tectos em gesso cartonado.

**Processos de Fabrico:**

Perfilagem.

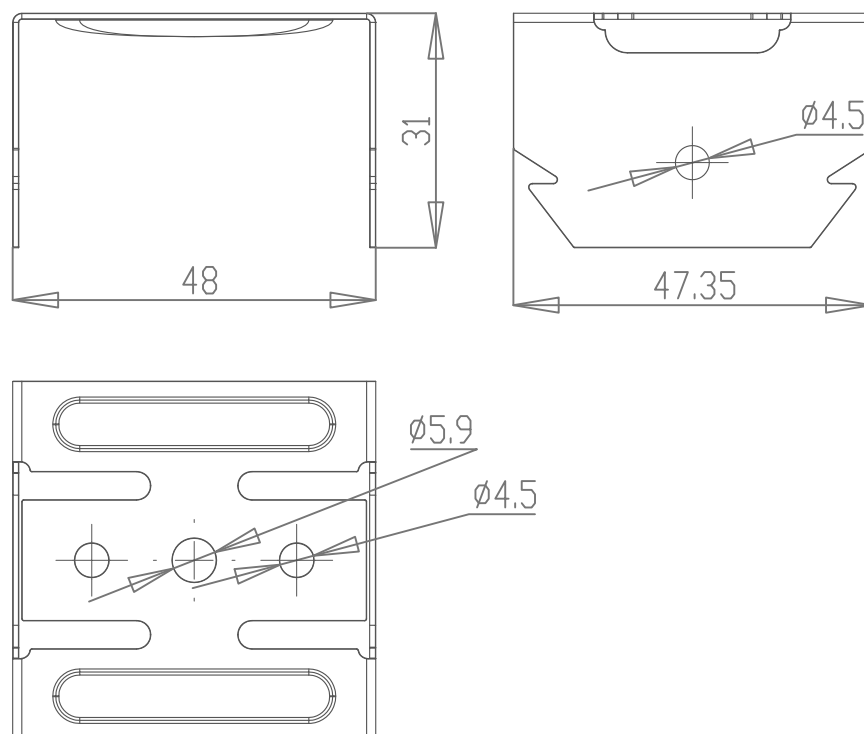
**Matéria-prima:**

Aço Galvanizado.



**Tolerâncias Dimensionais segundo a EN 14195:2005**

Item	Descrição	Valores	Tolerâncias
1	Reacção ao fogo	Euroclasse A1 (por Natureza)	Sem necessidade de ensaio
2	Emissões Gasosas	Não Apresenta	
3	Limite Elástico da MP	180N/m2	180N/m2
4	Recobrimento de Protecção	Zinco (Z140)	Aço segundo EN10326 e EN14195
5	Espessura de Chapa	0,55mm	+/- 0,03mm
6	Comprimentos	Até 3000mm	+/-3,00mm
		Entre 3000mm e 5000mm	+/-4,00mm
		Superior a 5000mm	+/-5,00mm
7	Largura da base	60mm	+/-0,50mm
8	Altura da Aba	27mm	+/-0,50mm
9	Angularidade das Abas	90º	+/-1º
10	Planeza	3000mm < L < 5000mm	Até 3000mm = 7,50mm Entre 3000 e 5000mm = 12,50mm Superior a 5000mm = 12,50mm
11	Torção	<10% Inferior à largura do Perfil	h/B < 0,10



Cliente: DVM - AO			Data: 14/11/2012	R.1
Projecto: CÚPULA DA ASSEMBLEIA NACIONAL DE ANGOLA			Escala: 1/1	
Matéria Prima: <u>Aço</u>	Tipo: <u>Galv. 0,80mm</u>	Pivot Cruz TC47	Desenhado por: VP	
Dimensões em milímetros (mm)			Aprovado por: VP	
Notas:				

**Utilização:**

Acessório para ser utilizado juntamente com o Perfil TC60.

**Descrição:**

Este pivot cruz possibilita a montagem de uma estrutura dupla com o Perfil TC60.

**Processos de Fabrico:**

Corte e Estampagem.

**Matéria-prima:**

Aço Galvanizado 1,00mm de espessura

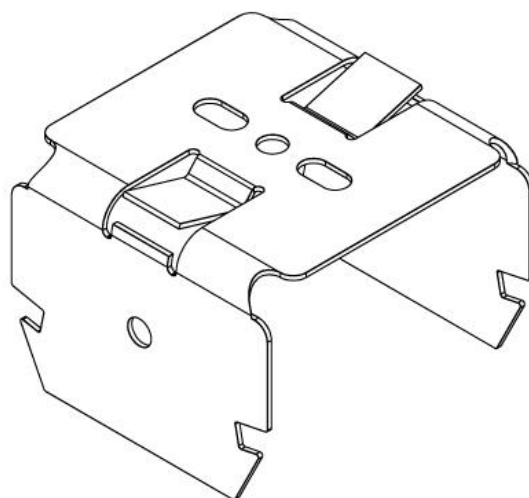
**Cores:**

Não aplicável.

**Dimensões de envoltura:**

**(Larg.; Alt.;Comp.)**

61.3x44.8x62.1mm



**Normas aplicáveis às matérias-primas**

Aço – EN10214 e EN10142

**Reação ao fogo**

O aço utilizado para o fabrico dos acessórios estruturais são A1 por natureza. Refira-se que certos elementos, como telas acústicas termoaderidas e a própria pintura podem influenciar na classificação.

**Durabilidade:**

Classe 2a de acordo com a EN13964.

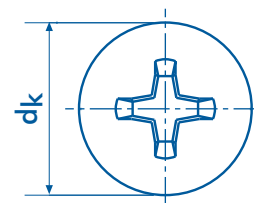
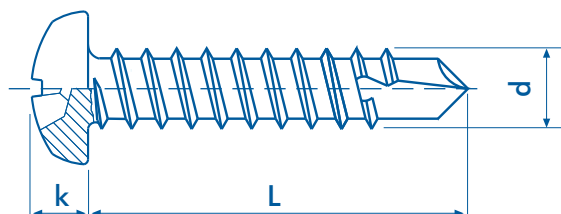
## **APÊNDICE E- FICHAS TÉCNICAS DOS PARAFUSOS**

DIN 7504-N  
ISO 7049  
PCL 9810

## ▶ PARAFUSO AUTO-PERFURANTE CABEÇA QUEIJO PH

- ▶ Philips Pan Head Self Drilling Screw
- ▶ Vis Autoperceuses à Tête Cylindrique avec Embase Phillips
- ▶ Tornillo Autotaladrante Cabeza Alomada PH

Aço / Steel / Acier / Acero  
Inox / Stainless Steel / Inox / Inox A2 ; A4



Vários acabamentos. Peça-nos mais informações. / Several coverings. Please ask us for more information.  
Divers revêtements par consultation. / Acabamientos variados. Pídenos más información.

(mm)

D			2	4	6	7	8	10	12	14
			2.2	2.9	3.5	(3.9)	4.2	4.8	5.5	6.3
a	max.		0.8	1.1	1.3	1.3	1.4	1.6	1.8	1.8
dk	max.		4.2	5.6	6.9	7.5	8.2	9.5	10.8	12.5
k	max.		1.8	2.2	2.6	2.8	3.05	3.55	3.95	4.55
fenda/recess/ empreinte/hueco	H		2.6	3	4.2	4.4	4.6	5	6.5	7.1
	Z		2.4	2.9	3.9	4.1	4.3	4.7	6.2	6.7
y max.	C		2	2.6	3.2	3.5	3.7	4.3	5	6
	F		1.6	2.1	2.5	2.7	2.8	3.2	3.6	3.6
L			Peso/Weight/Poids (7.85kg/dm <sup>3</sup> ) para/for/pour 1000 pc / Kg							
"	C	F								
3/16	5.3	4.5	0.17							
1/4	7.3	6.5	0.21	0.42						
3/8	10.3	9.5	0.27	0.53	0.84	1.07	1.26	1.85		
1/2	13.6	13	0.34	0.66	1.02	1.29	1.50	2.18	3.24	4.32
5/8	16.8	16	0.40	0.77	1.17	1.48	1.71	2.46	3.62	4.86
3/4	19.8	19		0.88	1.32	1.67	1.92	2.74	4.00	5.40
7/8	22.8	22			1.47	1.86	2.13	3.02	4.38	5.94
1	25.8	25			1.62	2.05	2.34	3.30	4.76	6.48
1.1/4	33.3	32					2.83	3.96	5.67	
1.1/2	39.3	38		A						8.82
1.3/4										
2			?	B						C

( ) Medidas não-preferenciais / Not preferential measures / Mesures non préférentielles / Medidas no preferenciales



A 1000 B 500 C 250 D 200 E 144 F 100 G 50 H 25 ?



# THE VISSAPLAC® RANGE

To plaster pannels professionals, a patented mark by GFD.  
A different screw because:

- ✓ It's perfectly defined its mechanics characteristics
- ✓ A guaranteed quality
- ✓ It complete range for several applications



- ✓ High level of stock and service
- ✓ The very best satisfactions of users



## Guarantee of Quality

The characteristics of screwing on, so mechanic and measurements characteristics of VISSAPLAC® are particularly defined and adapted ti professionals applications

### HIGH RUPTURE ENDURANCE

#### TORQUE

2,7 Nm para el diámetro de 3,5 mm  
4,9 Nm para el diámetro de 4,2mm  
5,5 Nm para el diámetro 4,8 mm



Quick screwing on: shorts screwing on times

Time of inserting in sheet of 0,7 sc. To speed of 4000 tr/mn and a strength pressure of 12,5 Dan.

Total control of screwing on because end of the screw has high quality.

Resistance to salt fog. The phosphated covering allow corrosion resistant in agreement to test NF X 41-002



## THE VISSAPLAC® RANGE

A TRUST RANGE



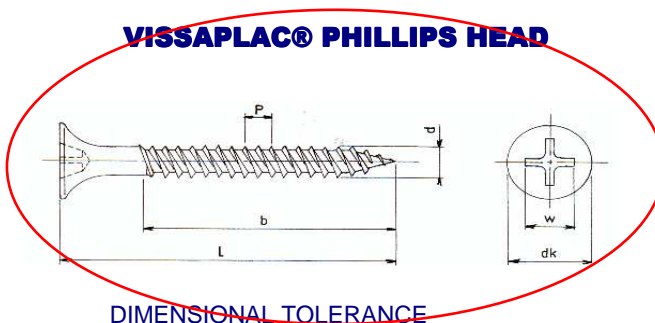
**FONTANA FASTENERS - Iberica**  
FORNILLERIA DE ALTA CALIDAD

# THE TECHNICAL CHARACTERISTICS

The characteristics of the VISSAPLAC line offers the users

- ✓ The best criteria in resistance to rupture
- ✓ Quick screw
- ✓ Resistance against saline fog OR saline humidity. Tested fosfatade Cover

## VISSAPLAC® PHILLIPS HEAD



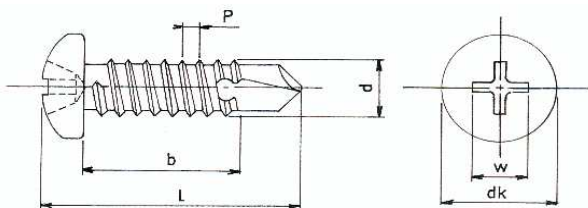
### DIMENSIONAL TOLERANCE

MESAUREMENTS CHARRACTERISTICS					
Diam.	3,5	3,9	4,2	4,8	
d	maxi	3,53	3,91	4,22	4,95
	mini	3,35	3,73	4,04	4,64
P		3,40	3,30	3,40	4,40
dk	maxi	9,00	9,00	9,00	10,00
	mini	8,10	8,10	8,10	9,30
W	PHILLIPS Nº 2				

\* Each box contain one tip Phillips nº 2

about length L (en mm)		
25 mm	35 a 130 mm	140 a 160 mm
+/- 0,80	+/- 1,27	+/- 1,50

+/- 0,60 sur longueur fileté b (en mm)								
L	25	35	45	55	70	80	90	
b	20	30	40	45	50	55	60	
L	100	110	120	130	140	150	160	
b	60	60	60	60	75	90	90	
tip a 24° ± 3°								



## VISSAPLAC® PHILLIPS HEAD

DIMENSIONAL TOLERANCE  
+/- 0,75  
length L (mm)

Diámetro	d		P	dK		W
	maxi	mini		maxi	mini	
3,5	3,53	3,35	1,3	6,9	6,54	PHILLIPS Nº 2

L	9,5
maxi	10,25
mini	8,75

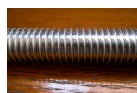
### A COMPLETE LINE:

Screw dor plaster pannels TYPE F  
Screw for plaster pannels BLOCK T



### AND A WHOLE COMPLEMENTARY LINE FOR CONSTRUCTIONS:

Sleeve OR muff and brass plug  
Threaded rod



A TRUST RANGE



**FONTANA FASTENERS - Iberica**  
TORNILLERIA DE ALTA CALIDAD

Pol.Industrial "Ampliación Ca N'Estella" - Galileu 2 y 4 08635 SANT ESTEVE SESROVIRE - ( BARCELONA)  
Tel.: 93 771 57 80 \* Fax 93 771 57 81 \* E-mail:info@fontanafasteners.es WEB: www.gfd.es

## **APÊNDICE F- FICHA TÉCNICA DA PORCA HEXAGONAL**

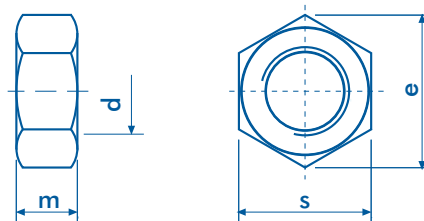


**PORCA HEXAGONAL**

**DIN 934**

- ▶ Hexagon Nut
- ▶ Ecrou Hexagonal
- ▶ Tuerca Hexagonal

Aço / Steel / Acier / Acero 6.8 ; 8.8 ; 10.9  
Latão / Brass / Laiton / Laton  
Inox / Stainless Steel / Inox / Inox A2; A4



Vários acabamentos. Peça-nos mais informações. / Surface treatment. Please ask us for more information.  
Divers revêtements par consultation. / Acabamentos variados. Pídenos más información.

(mm)

d	d		e	m	s	1000 pc / Kg
	min.	max.				
M1	1.00	1.15	2.71	0.80	2.5	0.03
M1.2	1.20	1.40	3.28	1.00	3	0.054
M1.4	1.40	1.60	3.28	1.20	3	0.063
M1.6	1.60	1.84	3.41	1.30	3.2	0.076
M2	2.00	2.30	4.32	1.60	4	0.142
M2.5	2.50	2.90	5.45	2.00	5	0.28
M3	3.00	3.45	6.01	2.40	5.5	0.384
M3.5	3.50	4.00	6.58	2.80	6	0.514
M4	4.00	4.60	7.66	3.20	7	0.81
M5	5.00	5.75	8.79	4.00	8	1.23
M6	6.00	6.75	11.05	5.00	10	2.5
M7	7.00	7.75	12.12	5.50	11	3.12
M8	8.00	8.75	14.38	6.50	13	5.2
M10	10.00	10.80	18.90	8.00	17	11.6
M12	12.00	13.00	21.10	10.00	19	17.3
M14	14.00	15.10	24.49	11.00	22	25.0
M16	16.00	17.30	26.75	13.00	24	33.3
M18	18.00	19.50	29.56	15.00	27	49.4
M20	20.00	21.60	32.95	16.00	30	64.4
M22	22.00	23.70	35.03	18.00	32	79
M24	24.00	25.90	39.55	19.00	36	110
M27	27.00	29.10	45.52	22.00	41	165
M30	30.00	32.40	50.85	24.00	46	223
M33	33.00	35.60	55.37	26.00	50	288
M36	36.00	38.90	60.79	29.00	55	393
M39	39.00	42.10	66.44	31.00	60	502
M42	42.00	45.40	71.30	34.00	65	652
M45	45.00	48.60	76.95	36.00	70	800
M48	48.00	51.80	82.60	38.00	75	977
M52	52.00	56.20	88.25	42.00	80	1220
M56	56.00	60.50	93.56	45.00	85	1420
M60	60.00	64.80	99.21	48.00	90	1690
M64	64.00	69.10	104.86	51.00	95	1980
M68	68.00	73.40	110.51	54.00	100	2300
M72	72.00	77.80	116.16	58.00	105	2670
M76	76.00	82.10	121.81	61.00	110	3040
M80	80.00	86.40	127.46	64.00	115	3440
M85	85.00	91.80	133.11	68.00	120	3930
M90	90.00	97.20	144.08	72.00	130	4930
M100	100.00	108.00	161.08	80.00	145	6820
M110	110.00	119.00	172.32	88.00	155	8200
M125	125.00	135.00	200.57	100.00	180	13000
M140	140.00	151.00	220.80	112.00	200	17500
M160	160.00	171.00	254.70	128.00	230	26500



A 1000 B 500 C 250 D 200 E 144 F 100 G 50 H 25 ?

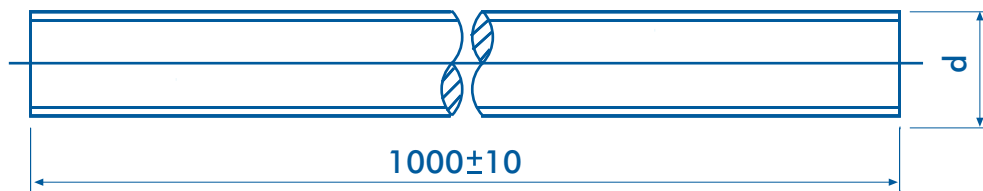
## **APÊNDICE G - FICHA TÉCNICA DO VARÃO ROSCADO**

▶ **VARÃO ROSCADO**

DIN 975

- ▶ Threaded Rod
- ▶ Tige Fileté
- ▶ Varilla Roscada

Ferro / Iron / Fer / Hierro  
Aço / Steel / Acero 8.8 ; 10.9  
Latão / Brass / Laiton / Laton  
Inox / Stainless Steel / Inox / Inox A2 ; A4



Vários acabamentos. Peça-nos mais informações. / Several coverings. Please ask us for more information.  
Divers revêtements par consultation. / Acabamientos variados. Pídenos más información.

(mm)

Diâm.	P 1)	M2	M2.5	M3	M3.5	M4	M5	M6
	P 2)	-	-	-	-	-	-	-
1000 pc / Kg		18.7	30	44	60	78	124	177

(mm)

Diâm.	P 1)	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24
	P 2)	M8*1.25	M10*1.5	M12*1.75	M14*2	M16*2	M18*2.5	M20*2.5	M22*2.5	M24*3
1000 pc / Kg		319	500	725	970	1330	1650	2080	2540	3000

(mm)

Diâm.	P 1)	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M45	M48	M52
	P 2)	M27*3	M30*3.5	M33*3.5	M36*4	M39*4	M42*4.5	M45*4.5	M48*5	M52*5
1000 pc / Kg		3850	4750	5900	6900	8200	9400	11000	12400	14700

- 1) Passo de rosca / Thread pitch / Pas filetage / Paso de rosca  
2) Passo de rosca fino / Thread pitch thin / Pas filetage fin / Paso de rosca fino



A 1000 B 500 C 250 D 200 E 144 F 100 G 50 H 25 ?

**APÊNDICE H - FICHA TÉCNICA DO TUBO RETANGULAR  
(FACAR)**

# **FERPINTA - INDÚSTRIAS DE TUBOS DE AÇO de Fernando Pinho Teixeira, SA**

CERTIFICADO DE QUALIDADE  
 QUALITY CERTIFICATE  
 ( Doc.Insp. 2.2 Accord. EN 10204 )


Número : 90618

Data Emissão : 24/05/2012

Cliente/Customer : MARTINS FERREIRA-COM.PROD.SID., SA Pedido Nº / Order Nº :

Guia Remessa / Packing List : Nº 198782 Data : 24/05/2012

Produto / Product	Quantidade Quantity	Norma Produto Prod. Norm	Qualidade Aço Steel Grade	Norma M.P. Material Norma	Composição Química Chemical Composition						Caracterist.Mecânicas Mechanical Character.			Revest Coatin Zn		Controlo Dimens Inspect.	Controlo Visual Inspect.
					C%	Mn%	Si%	P%	S%	N%	ReH N/mm2	Rm	A %	Gr/ m2	Es µm		
					Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Min.	N/mm2	Min.				
TUBO RECT 40,0x15,0x1,50 GALV	10,5600 cen	EN 10305-5	DX51D Z200	EN 10346	0,180	1,200	0,500	0,120	0,045			270-500	22,0	200		Conforme	Conforme
TUBO RECT 80,0x40,0x1,50 GALV	8,6400 cen	EN 10305-5	DX51D Z200	EN 10346	0,180	1,200	0,500	0,120	0,045			270-500	22,0	200		Conforme	Conforme
TUBO RECT 100,0x60,0x2,00 GALV	2,1000 cen	EN 10305-5	DX51D Z200	EN 10346	0,180	1,200	0,500	0,120	0,045			270-500	22,0	200		Conforme	Conforme
TUBO C/ ABA FT 15	12,0000 cen	EN 10305-3	DC01	EN 10130	0,120	0,600	0,030	0,045	0,045		140	270-410	28,0			Conforme	Conforme



198782



DQ 020 NOV/2008

Telef. + 351 256 411 420 - Telefax + 351 256 412 049

E-mail: info@ferpinta.pt - internet: www.ferpinta.pt

CARREGOSA - OLIVEIRA DE AZEMÉIS - APARTADO 26 - 3730-956 VALE DE CAMBRA - PORTUGAL

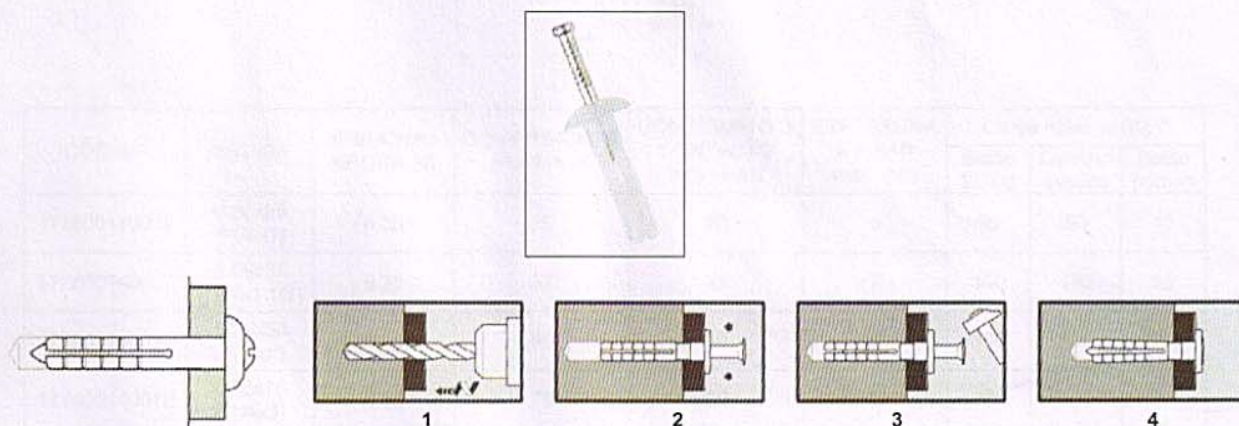
## **APÊNDICE I - FICHA TÉCNICA TAPIT PARA TETOS FALSOS**

SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE	GESTÃO DA QUALIDADE	C.C. 1 7 7 8 1
	<b>CERTIFICADO DE CONFORMIDADE TAPIT PARA TECTOS FALSOS</b>	Pág.1 de 2

Este CERTIFICADO DE CONFORMIDADE é aplicável, única e exclusivamente a:

CLIENTE		MEDIDAS	DOC. ENVIO	MEDIDAS	DOC. ENVIO
CÓDIGO	NOME	1/4"x1"	FT 1/703854 5/6/2007	-----	-----
		1/4"x2"	FT 1/703854 5/6/2007	-----	-----
28	ANTÔNIO MARTINS DA CUNHA	-----	-----	-----	-----
		-----	-----	-----	-----

## TAPIT PARA TECTOS FALSOS



### MODO DE COLOCAÇÃO:

- 1- Fazer o furo com a broca indicada na tabela.
- 2- Introduzir o TAPIT com a mão.
- 3- Expandir o tapit martelando.
- 4- Fixação completa.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES



Os tapit's para tectos falsos – **buchas em nylon com prego expensor** – são ideais para uma larga variedade de fixações ligeiras em madeira, gesso, metal, tijolo, mármore, plástico, telha, vidro, betão, etc. Aplicam-se na fixação de tectos falsos, rodapés, calhas, etc. Trata-se de uma fixação rápida visto que a expansão é feita por impacto (martelo).

### CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO


O produto é constituído por duas peças já montadas: a bucha de nylon e o prego expensor.

A bucha de nylon é construída em nylon de alta qualidade e foi desenhada para que o prego a expanda uniformemente no interior do furo.

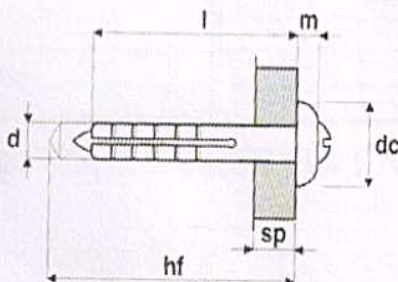
O prego expensor é construído em aço macio zincado branco, com 5 µm mín. de espessura de zincagem, e dispõe, junto à cabeça, de uma rosca cônica de dupla entrada. Esta rosca, juntamente com a cabeça fendada, permite que a fixação seja facilmente removida utilizando uma chave de fendas.

Elaborado:	Aprovado:	Revisão: 0
		Data: 03-01-2002





SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE	<b>GESTÃO DA QUALIDADE</b>	C.C. 1 7 7 8 1
	<b>CERTIFICADO DE CONFORMIDADE TAPIT PARA TECTOS FALSOS</b>	Pág.2 de 2

**TABELA DE DADOS TÉCNICOS:**



CÓDIGO	MEDIDA	Ø BUCHA / BROCA (d)	COMPRIMENTO BUCHA (l)	COMPRIMENTO CONTACTO min. (l-sp)	ESPESSURA A FIXAR max. (sp)	Carga máxima (Kg)*		
						Betão 25 Kg	Ladrilho maciço	Betão poroso
177800140025	6.35x25 ("1/4x1)	6.35	25	20	5	50	50	15
177800140037	6.35x37 ("1/4x1 1/2)	6.35	37	30	7	100	100	25
177800140050	6.35x50 ("1/4x2)	6.35	50	30	20	100	100	25
177800140075	6.35x75 ("1/4x3)	6.35	75	30	45	100	100	25

\* aplicar coeficiente de segurança

Elaborado:	Aprovado:	Revisão: 0
		Data: 03-01-2002



## **APÊNDICE J - FICHAS TÉCNICAS CLIP SINARD**

## Elementos de fijación rápida

Los elementos de fijación rápida SINARD constituyen la solución ideal para la unión de estructuras metálicas o de hormigón con otros elementos: Cables, tubos, bandejas, abrazaderas, falsos techos, etc.

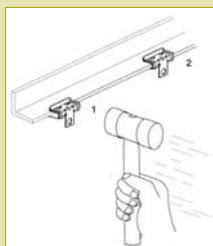
Se caracterizan por las siguientes ventajas:

**RAPIDEZ:** El montaje comporta un autentico ahorro de tiempo y dinero para los instaladores.

**AMPLIA GAMA:** Piezas combinadas para adaptarse a cualquier necesidad.

**SEGURIDAD Y COMODIDAD:** No es preciso taladrar la estructura metálica.

**ACABADOS:** Todos los elementos de fijación SINARD disponen de una capa anticorrosiva.



### MODO DE EMPLEO

La colocación de los elementos de fijación es fácil y rápida, en la mayoría de los casos basta con un simple golpe de martillo.

### CARGAS DE APLICACIÓN

Los elementos de fijación SINARD se ensayan y comprueban, aplicándose un

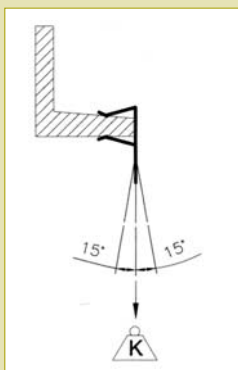
coeficiente de seguridad de 3.

Ej: Ensayos Sinard Positivos a 150 Kg = 50 Kg Catálogo

Los valores de carga expresados se entienden como límites para cargas estáticas aplicadas verticalmente a la estructura o instalación.

Cuando las fijaciones se combinan entre sí, el valor de carga lo determina el elemento de menor capacidad.

Si la estructura a la que se cuelga la fijación tiene un valor de carga menor que la fijación, ésta determinará el valor de carga máxima a aplicar.



### MATERIAL UTILIZADO

Acero al carbono para muelles según Norma DIN 17222(UNE-EN10132-4). Acero que después de un temple y revenido adquiere una dureza HRc 43÷50

### PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

#### Color Negro

Para interiores y ambientes no corrosivos

#### Acabado Sinard

Para interiores, exteriores, ambientes húmedos o ligeramente corrosivos

- Recubrimiento no electrolítico, compuesto de láminas de cinc y de aluminio fijándose mediante reacción química sobre la superficie del acero.
- Recubrimiento no hidrogenante (sin electrólisis ni decapados ácidos)
- Conductividad eléctrica. Alta resistencia a la temperatura.
- Libre de cromo VI y cromo III. Valores de fricción reducidos.
- Alta protección contra la corrosión Protección catódica.
- Óptica: Gris - Plata

**RESISTENCIA a la corrosión en cámara de niebla salina de hasta 480 h (DIN 50021).**

### NOTA

Debido a las mejoras industriales, S.A. SINARD se reserva el derecho a modificar el diseño de las fijaciones ilustradas respetando la característica de carga estática.

## Elements de fixation rapide

Les éléments de fixation rapide SINARD constituent la solution idéale pour l'union de structures métalliques ou en béton avec d'autres éléments: Câbles, tubes, plateaux, colliers, plafonds suspendus, etc.

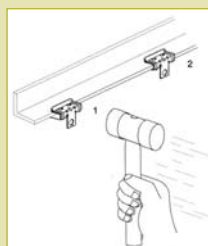
Ils se caractérisent par les avantages suivants :

**RAPIDITÉ:** Le montage représente une authentique économie de temps et d'argent pour les installateurs.

**VASTE GAMME:** Pièces combinées pour qu'elles s'adaptent à tout besoin.

**SÉCURITÉ ET COMMODITÉ:** Il n'est pas nécessaire de trouser la structure métallique.

**FINITIONS:** Tous les éléments de fixation SINARD sont recouverts d'une couche anticorrosive.



### MODO D'EMPLOI

La pose des éléments de fixation est facile et rapide. Dans la majorité des cas, un simple coup de marteau suffit.

### CHARGES D'APPLICATION

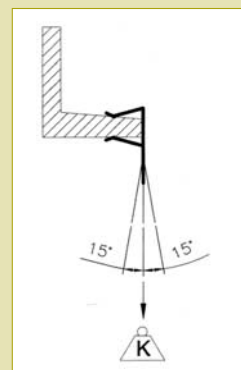
Les éléments de fixation SINARD sont testés et contrôlés, un coefficient de sécurité 3 étant appliqué.

Ex. : Tests Sinard Positifs à 150 Kg = 50 Kg Catalogue

Les valeurs de charge exprimées sont à interpréter comme limites pour des charges statiques appliquées verticalement à la structure ou à l'installation.

Quand les fixations sont combinées entre elles, la valeur de charge est déterminée par l'élément dont la capacité est la moins élevée.

Si la structure à laquelle est posée la fixation a une valeur de charge inférieure à celle de la fixation, celle-ci déterminera la valeur de charge maximale à appliquer.



### MATÉRIAU UTILISÉ

Acier au carbone pour les ressorts selon la Norme DIN 17222(UNE-EN10132-4). Acier qui, après un trempage et un revenu, acquiert une dureté HRc 43÷50

### PROTECTION ANTI CORROSIVE

#### Couleur Noire

Pour intérieurs et ambiances non corrosives.

#### Finition Sinard

Pour intérieur, extérieur, ambiances humides ou légèrement corrosives

- Revêtement non électrolytique, composé de feuilles de zinc et d'aluminium fixées au moyen d'une réaction chimique sur la surface de l'acier.
- Revêtement non hydrogénant (sans électrolyse ni décapages acides)
- Conductivité électrique. Haute résistance à la température.
- Sans chrome VI ni chrome III. Valeurs de friction réduites.
- Haute protection contre la corrosion. Protection cathodique.
- Optique : Gris - Argent

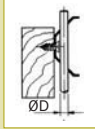
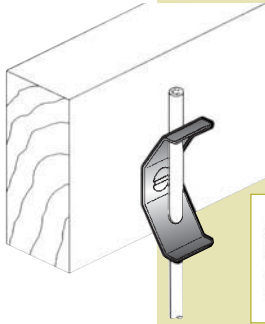
**RÉSISTENCE à la corrosion en chambre de brouillard salin atteignant 480 h (DIN 50021).**


### NOTE

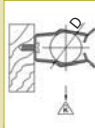
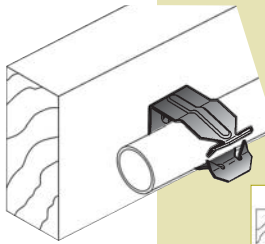
Grâce aux améliorations industrielles, S.A. SINARD se réserve le droit de modifier le dessin des fixations illustrées en respectant la caractéristique de charge statique.


## Elementos de fijación rápida Elements de fixation rapide

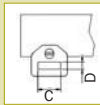
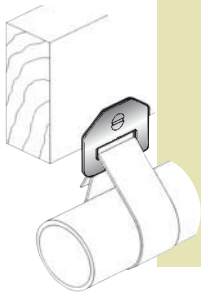
## Quick attachment devices Schnellen befestigungselemente




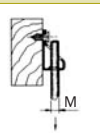
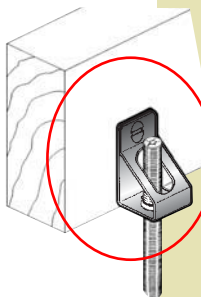
ØD mm.	Kg.		Negro / Noire / Black / Schwarze Cód.	Ref.	€/100
4	60	100	10013023	220	<b>21,50</b>
6	60	100	10013024	221	<b>21,50</b>
Acabado / Finition / Finishing / Endverarbeitung: SINARD					
4	60	100	1001302350	220 DT	<b>27,90</b>
6	60	100	1001302450	221 DT	<b>27,90</b>




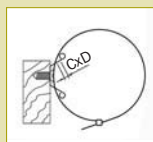
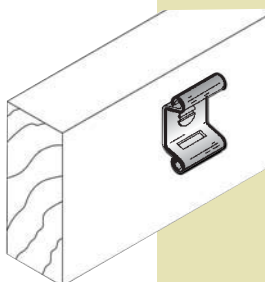
ØD mm.	Kg.		Cód.	Ref.	€/100
Acabado / Finition / Finishing / Endverarbeitung: SINARD					
18 - 22	7	100	1001354050	280 DT	<b>32,00</b>
22 - 30	7	100	1001354150	281 DT	<b>35,80</b>
30 - 35	7	100	1001354250	282 DT	<b>40,30</b>



CxD	Kg.		Negro / Noire / Black / Schwarze Cód.	Ref.	€/100
28 x 6,5	45	100	10013025	230	<b>15,00</b>
Acabado / Finition / Finishing / Endverarbeitung: SINARD					
28 x 6,5	45	100	1001302550	230 DT	<b>19,60</b>



M	Kg.		Negro / Noire / Black / Schwarze Cód.	Ref.	€/100
M6	70	100	10013020	210	<b>39,30</b>
M8	70	100	10013021	211	<b>39,30</b>
M10	70	100	10013022	212	<b>39,30</b>
Acabado / Finition / Finishing / Endverarbeitung: SINARD					
M6	70	100	1001302050	210 DT	<b>51,20</b>
M8	70	100	1001302150	211 DT	<b>51,20</b>
M10	70	100	1001302250	212 DT	<b>51,20</b>



CxD	Kg.		Cód.	Ref.	€/100
Acabado / Finition / Finishing / Endverarbeitung: SINARD					
3 x 10	15	100	1001301850	250 DT	<b>19,90</b>

# *INFORME DE ENSAYO CE*

*S/NORMA UNE-EN 13964*

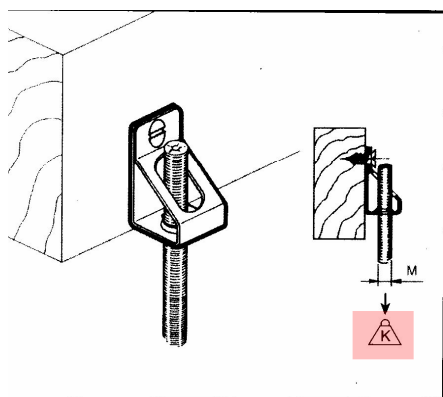
*PRODUCTO: CLIP SOPORTE REF.:210*

*MÉTODO DE ENSAYO: TRACCIÓN*



EDICIÓN	
NOMBRE	NICOLÁS RODRÍGUEZ FDEZ.
FECHA	24/AGOSTO/2011

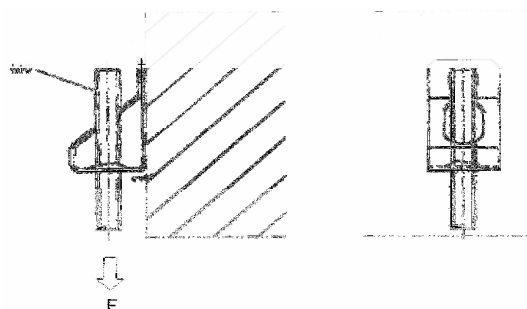
# **I. DESCRIPCIÓN:**



Código	Ref.	M	Kg.	
<b>FOSFATADO AL CINC</b>				
10013020	210	M 6	70	100
10013021	211	M 8	70	100
10013022	212	M 10	70	100
<b>ACABADO SINARD</b>				
1001302050	210 DT	M 6	70	100
1001302150	211 DT	M 8	70	100
1001302250	212 DT	M 10	70	100

## **1.1 ENSAYO A REALIZAR:**

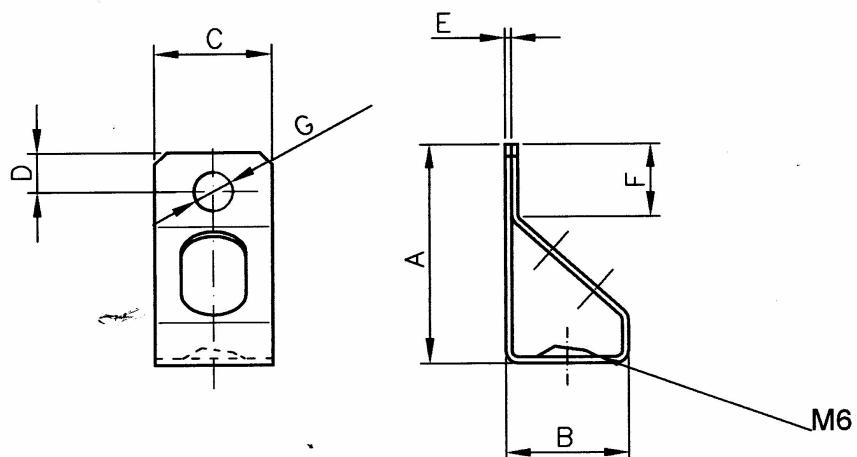
**ENSAYO DE TRACCIÓN DESTRUCTIVO EN DIVERSOS ANCHOS DE VIGA EN NÚMERO N=10 DE MUESTRAS.**





REFERENCIA		CÓDIGO
210		10013020
CARGA MÁXIMA	Kg	70
ESPESOR (MM)	V	*
MATERIAL	C67S s/N UNE-EN 10132-4	
DUREZA	45÷48 HRC	

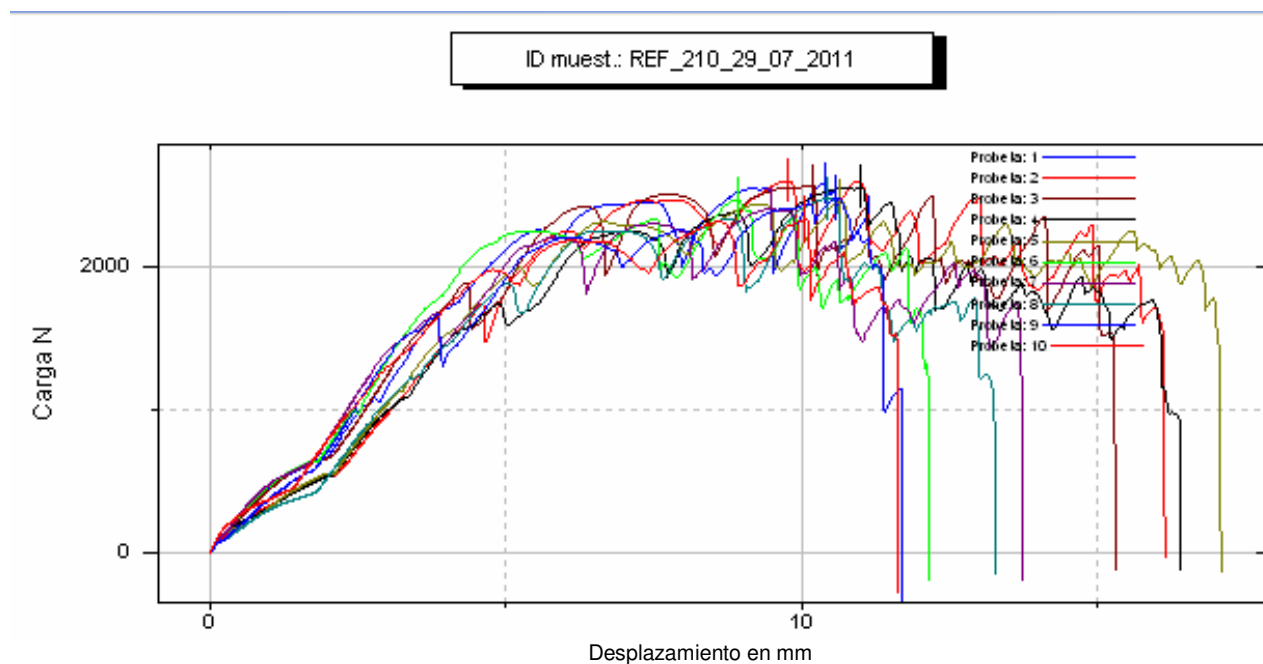
**NOTA: \*LA PIEZA ESTÁ ATORNILLADA CON UN DIN 912 M6.  
VARILLA ROSCADA M6 S/N DIN 975**

## 2 DIMENSIONES:



		
ARTÍCULO		10013020
MEDIDAS (MM)	A	35.5
	B	20.9
	C	19
	D	5.9
	E	0.9
	F	12.6
	G	6.5
	T	--

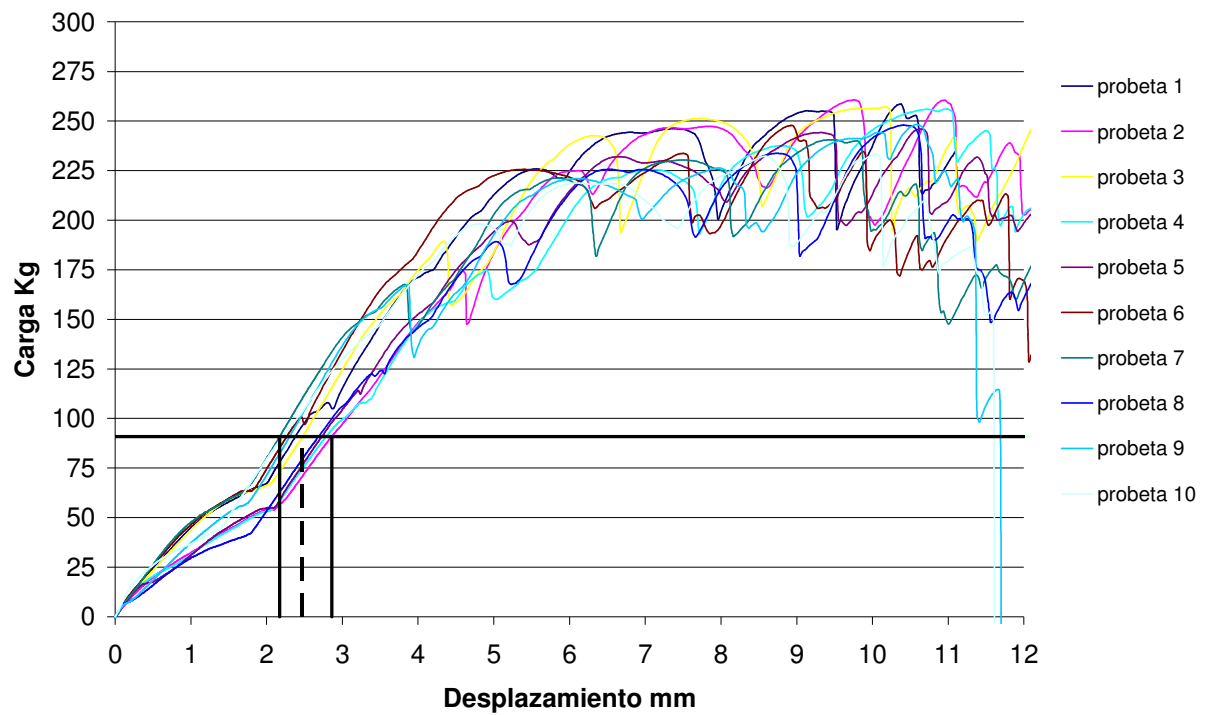
## 2.1 CONFIGURACIÓN DE ENSAYO, PUNTO DE MEDICIÓN Y DETERMINACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DEL PUNTO DE CARGA.



## 2.2 RESULTADO DEL ENSAYO:

REFERENCIA	Nº	CARGA MÁXIMA (N)	NOTAS
210	1	2585,590	
	2	2606,159	
	3	2571,341	
	4	2561,062	
	5	2459,965	
	6	2477,967	
	7	2406,309	
	8	2478,490	
	9	2482,568	
	10	2330,824	

### 3. GRÁFICO DE LA CARGA ADMISIBLE CON TRES VALORES DE DESPLAZAMIENTO:



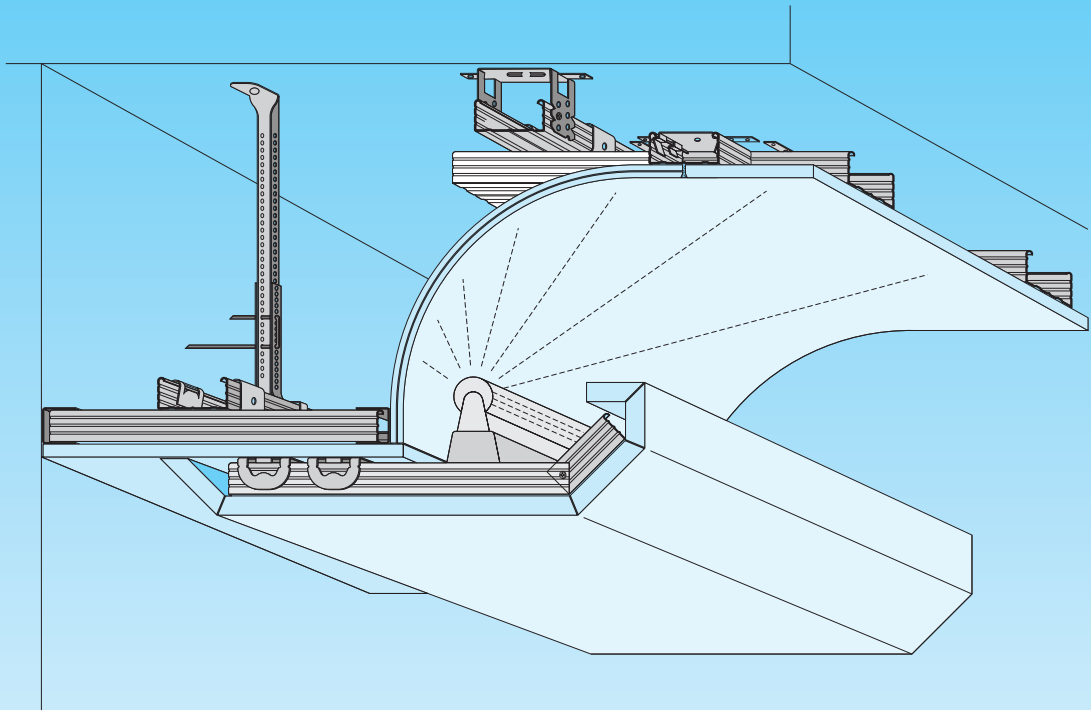
CARGA ADMISIBLE	$F_{\text{adm}}$	909,377 N
VALOR MEDIO DEL DESPLAZAMIENTO	$f$	2,473 mm
VALOR MÍNIMO DEL DESPLAZAMIENTO	$f_{\text{mín}}$	2,173 mm
VALOR MÁXIMO DEL DESPLAZAMIENTO	$f_{\text{máx}}$	2,860 mm



**APÊNDICE K - FICHA TÉCNICA PARA CURVAR PLACAS DE  
GESSO CARTONADO**

# Knauf

## Techos de Diseño



**D191** Placa Knauf Multiform

**D192** Curvado de placas

**D193** Sistema de Cúpulas

Las características constructivas, estéticas y físicas de los Sistemas Knauf, solamente pueden ser conseguidas y garantizadas, utilizando materiales comercializados por Knauf, y siguiendo las recomendaciones de montaje que se indican en nuestras hojas técnicas.

**KNAUF**

## Knauf Multiform V

Fresado-V	
30°	45°
60°	75°
90°	120°

**Espesor**

9,5 mm a 25 mm

**Longitud**

máx. 3 m

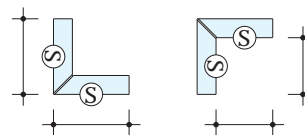
### Forma de trabajo

En la zona fresada, imprimir con Tiefengrund y encolar con cola blanca Knauf o similar

Otros espesores o placas ya encoladas bajo pedido

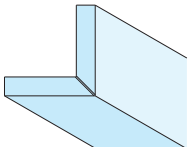
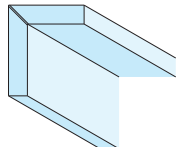
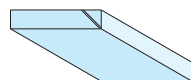
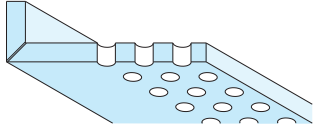
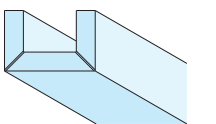
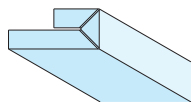
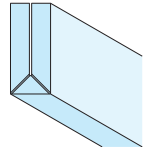
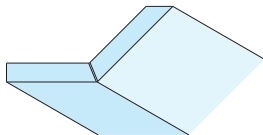
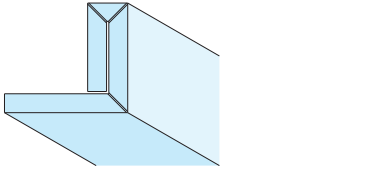
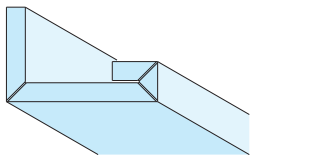
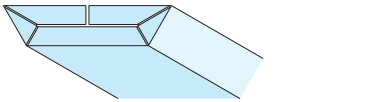
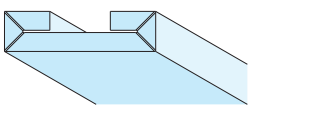
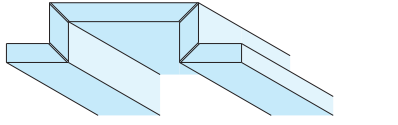
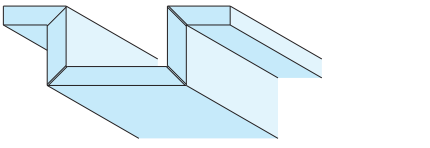
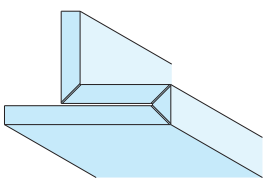
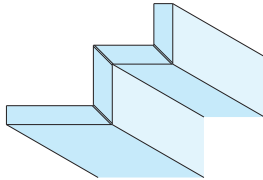
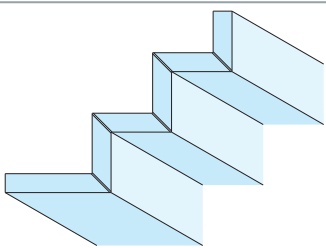
### Medidas para pedido:

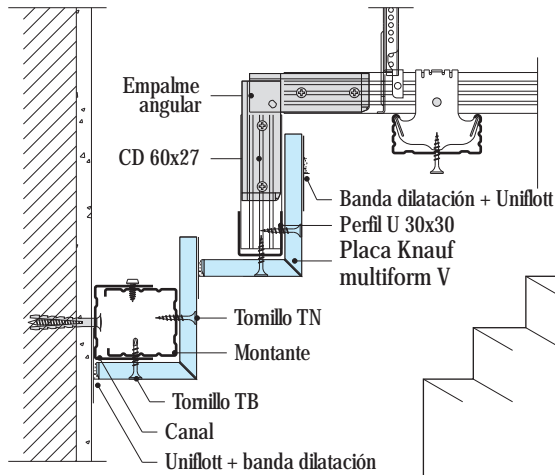
Versión-Nº. (ej.1)



Se necesita el dibujo y las medidas S de la cara vista

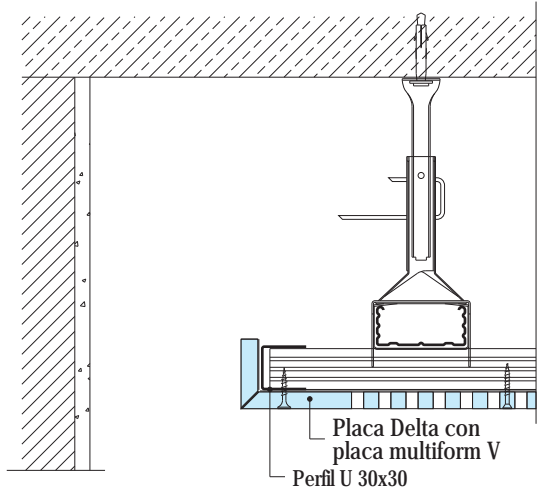
Ejemplos: A=cara vista (Anverso) R=cara oculta (Reverso)

 1x 90° VR 1	 1x 90° VA 2	 1x 90° VR 3	 1x 90° VR 4
 2x 90° VR 5	 2x 90° VR 6	 2x 90° VR 7	 1x 45° + 1x 90° VR 8
 3x 90° VR 9	 3x 90° VR 10	 2x 60° + 2x 120° VR 11	
 4x 90° VR 12	 2VA+2VR 90° 13	 2VA+2VR 90° 14	
 2VA+1VR 90° 15	 2VA+1VR 90° 16	 3VA+2VR 90° 17	



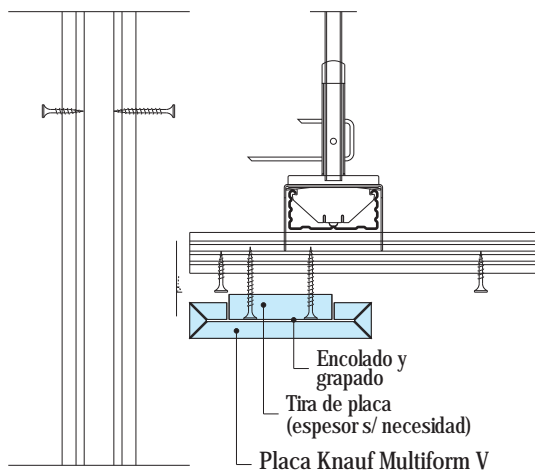
Desarrollo

D191-S1 Cornisa



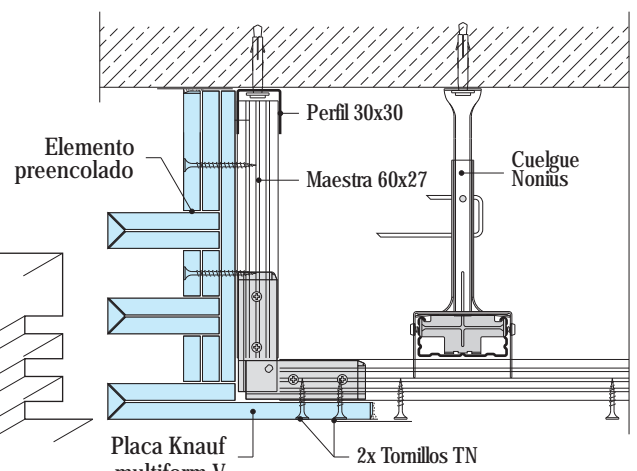
Desarrollo

D191-S2 Techo en Diente de Sierra



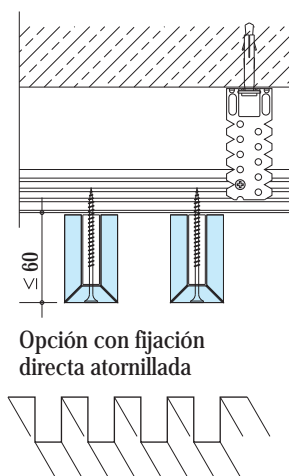
Desarrollo

D191-S3 Friso Externo

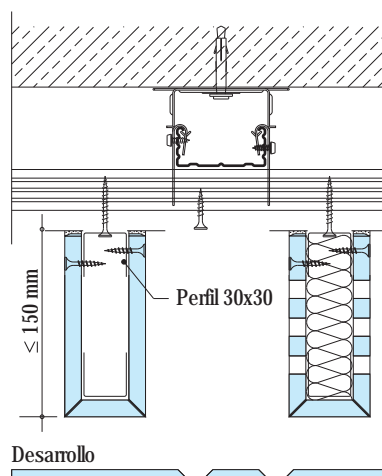


Desarrollo

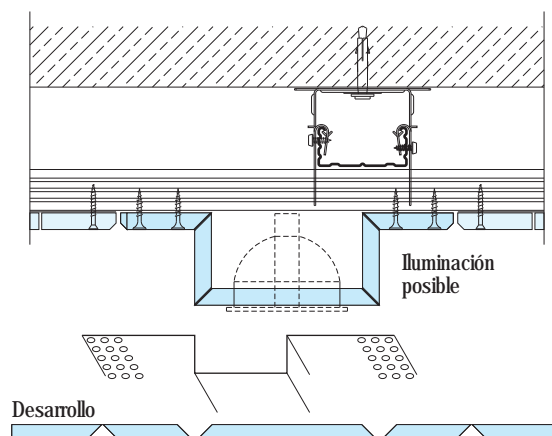
D191-S4 Cornisa - Lamas Horizontales



D191-S5 Lamas Verticales



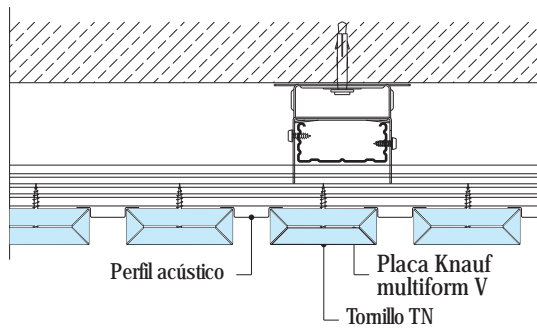
D191-S6 Baffles



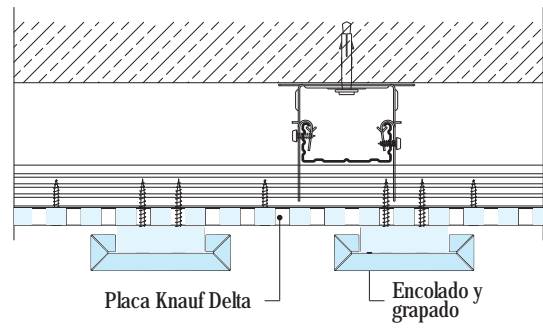
D191-S7 Cajón

## Knauf Multiform V

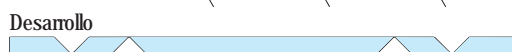
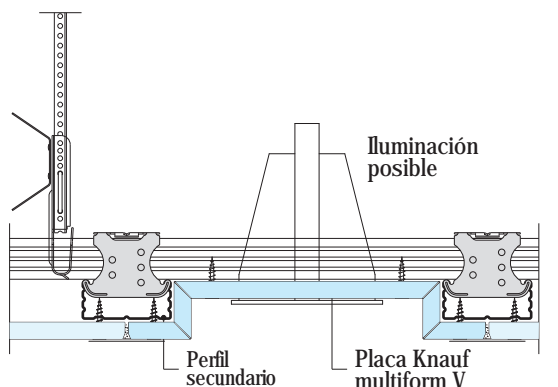
### Detalles: Ejemplo de Aplicación



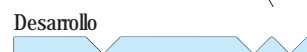
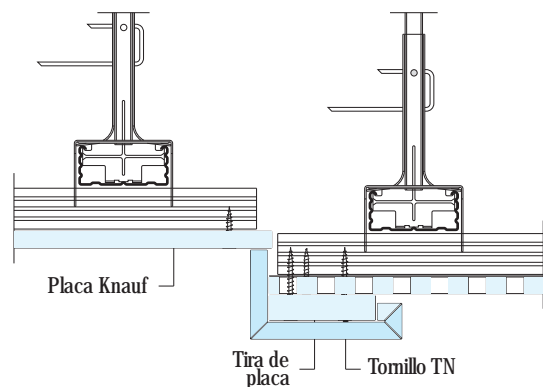
**D191-S8** Techo en Panel



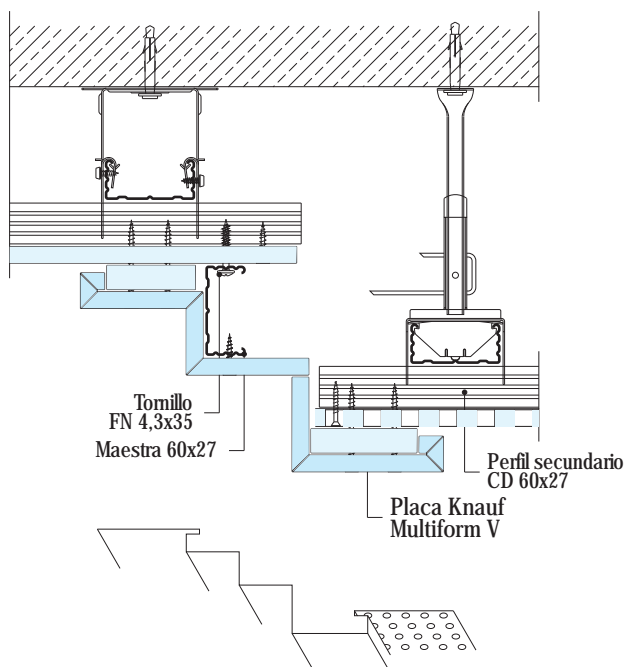
**D191-S9** Techo Reticulado



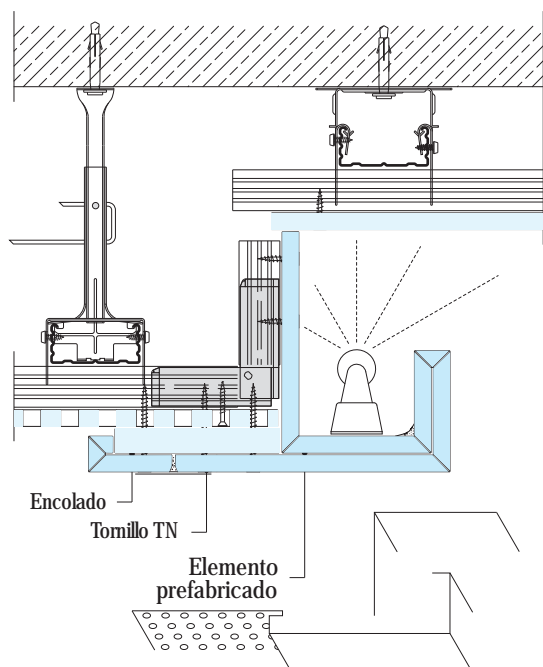
**D191-S10** Rehundido



**D191-S11** Salto con Friso



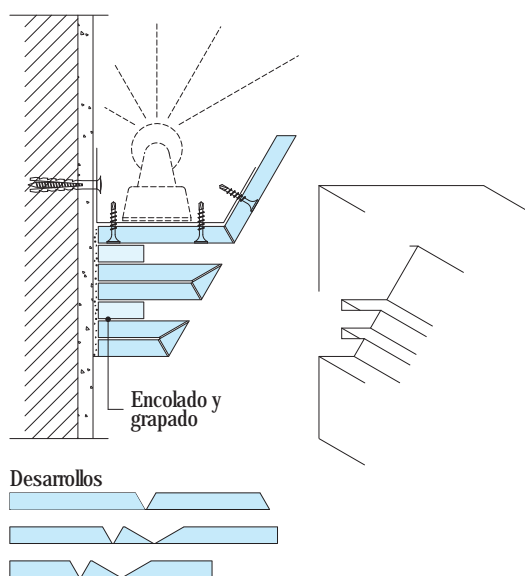
**D191-S12** Cambio Nivel con Cornisa



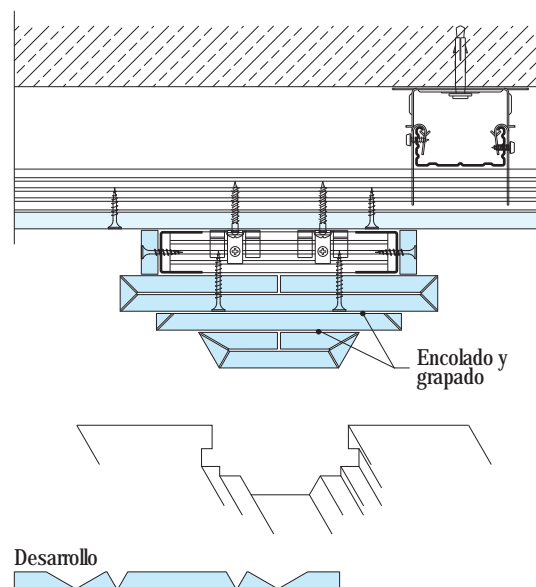
**D191-S13** Iluminación Indirecta

## Multiform V

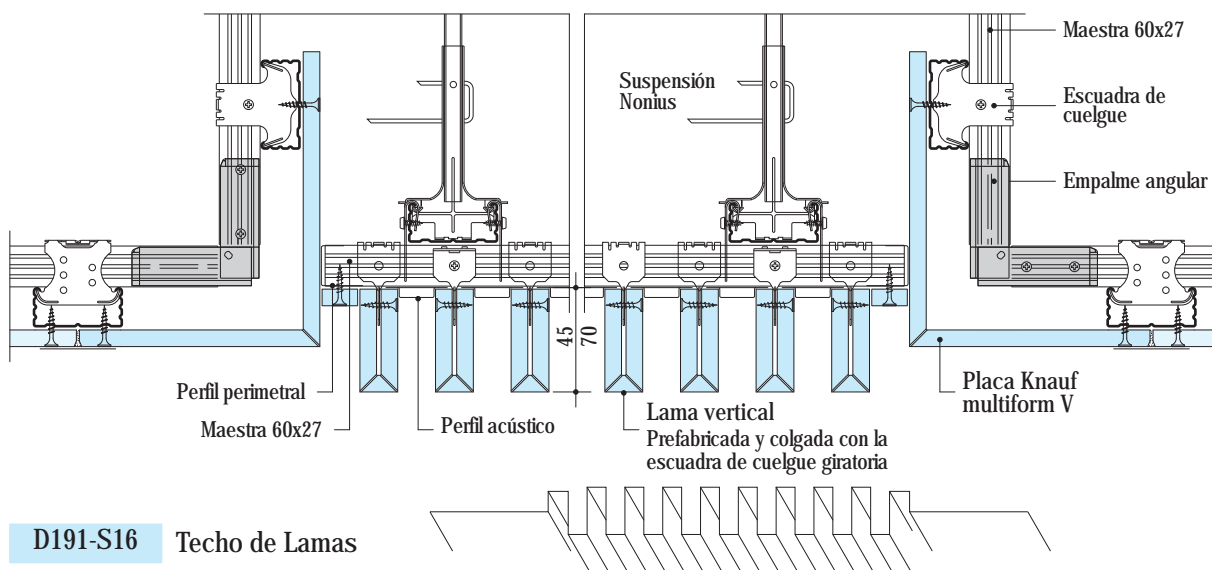
### Ejemplos de aplicación



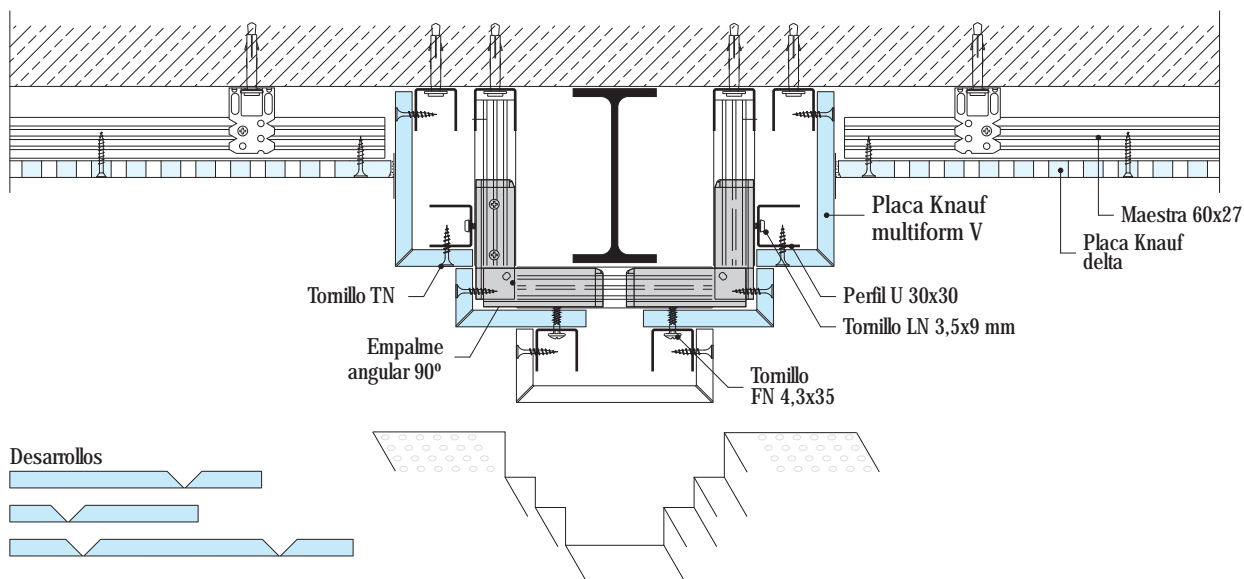
**D191-S14** Cornisa para Iluminación Indirecta



**D191-S15** Elemento Escalonado

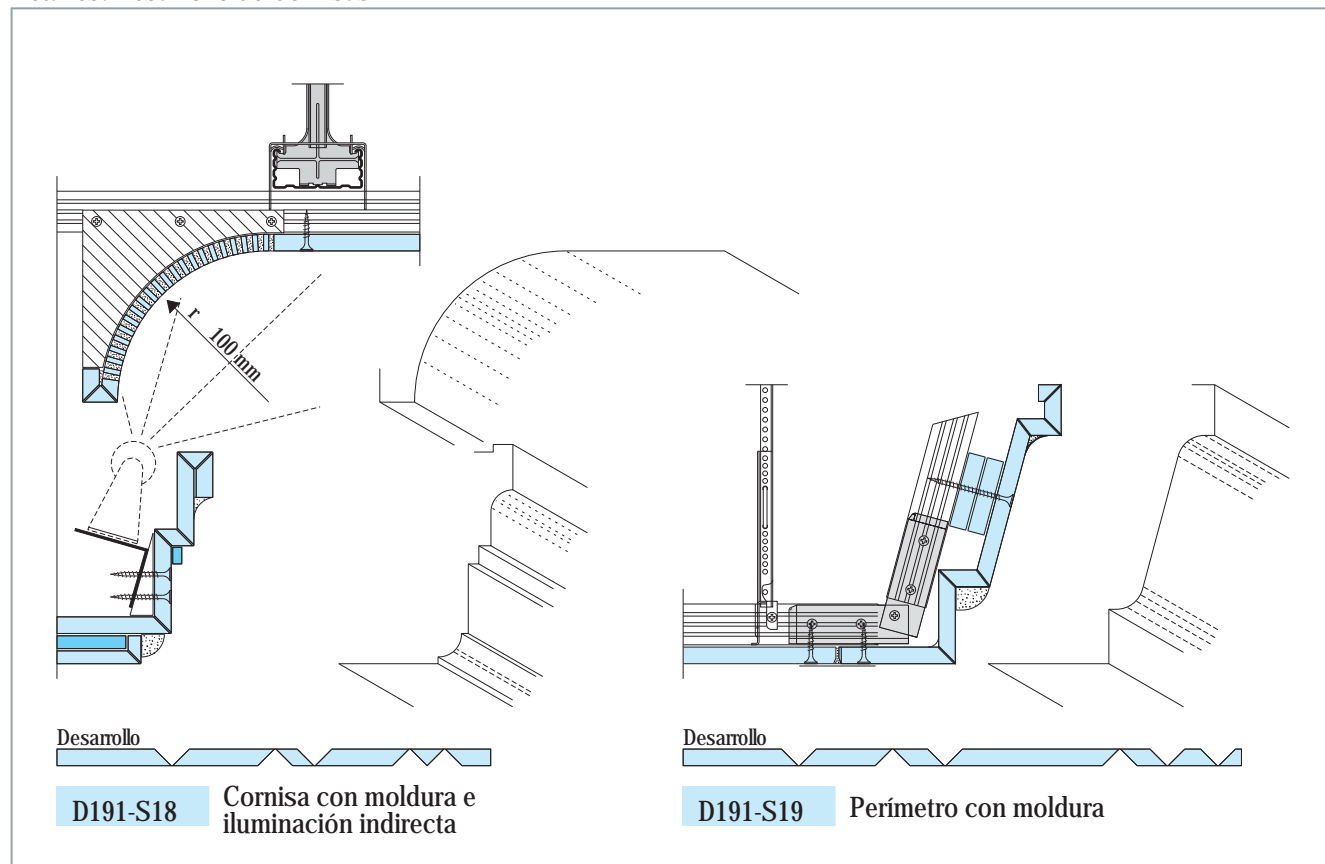


**D191-S16** Techo de Lamas

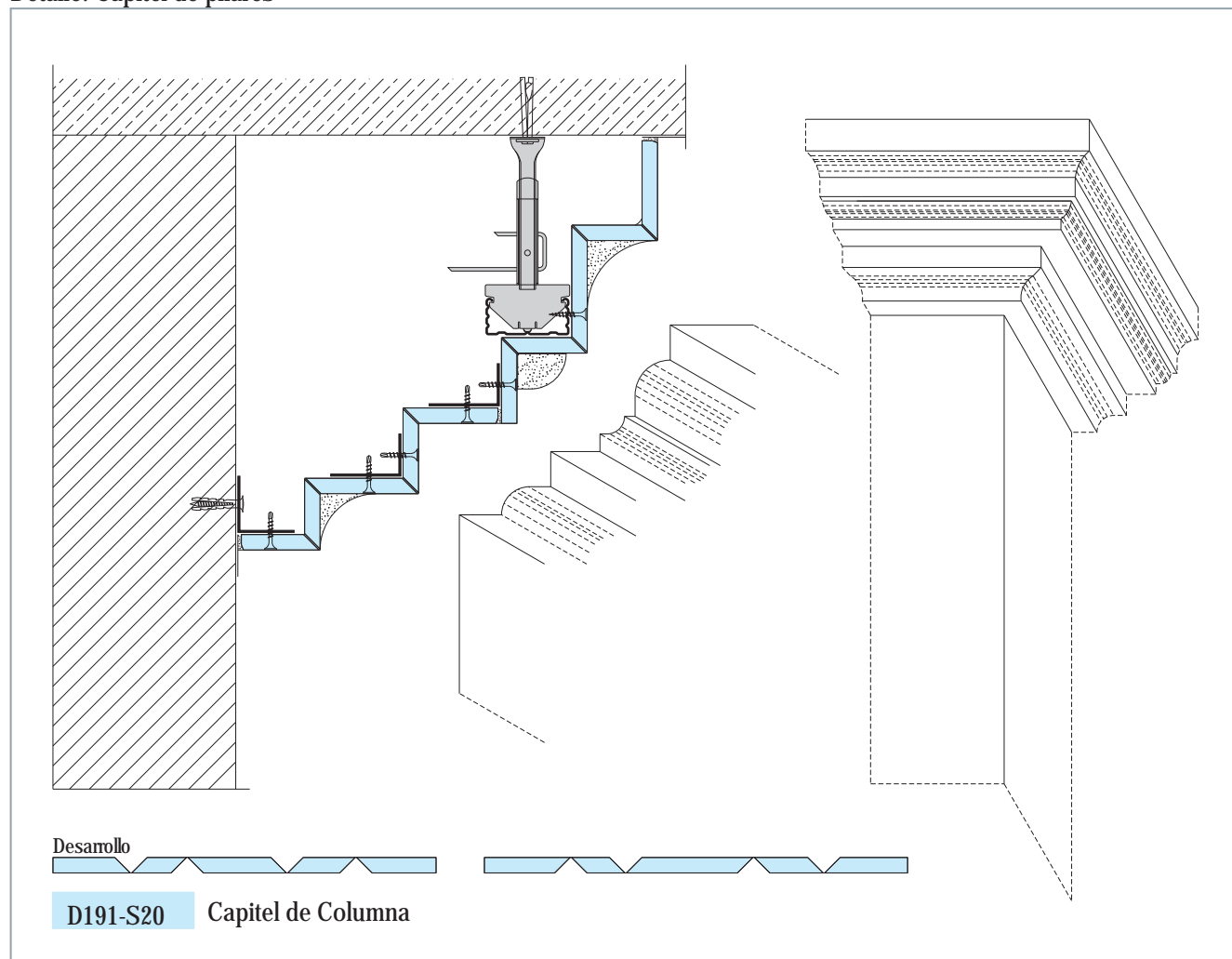


**D191-S17** Recubrimiento de Vigas Escalonado

### Detalles: Desarrollo de Cornisas



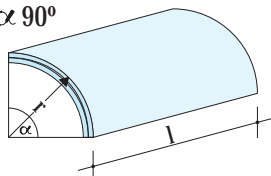
### Detalle: Capitel de pilares



## Moldeadas en Fábrica

Longitud L:

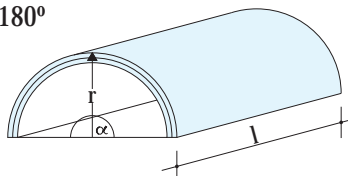
$\alpha 90^\circ$



Longitud L max. 3480 mm  
(r 700 mm)

Longitud L max. 1150 mm  
(r 700 mm)

$\alpha 180^\circ$



Longitud L max. 3480 mm  
(r 350 mm)

Longitud L max. 1150 mm  
(r 350 mm)

Espesor de

Espesor total mm	Placas mm
12	2 x 6
18	3 x 6
24	4 x 6

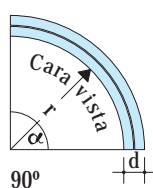
Otros espesores bajo pedido

Radio r: 100 mm

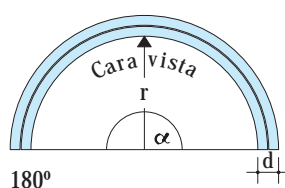
Angulo  $\alpha$ :  $\leq 180^\circ$

## Curvaturas - variantes

### Interior Concava

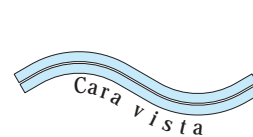


90°

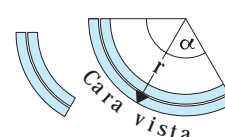


180°

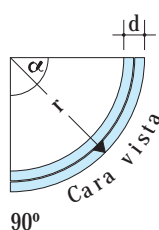
### Curva en S



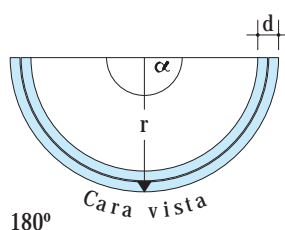
### Segmento curvo



### Exterior Convexa

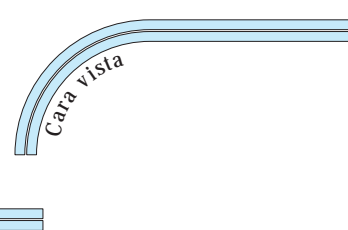
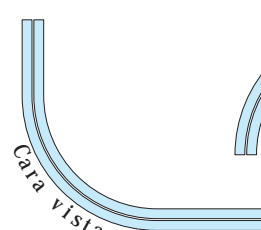


90°



180°

### Curvatura con prolongación recta



Longitud perimetral L:

Max. desarrollo 3480 mm, dependiendo  
del radio de curvatura y espesor de placa

Angulo  $\alpha 90^\circ$ :

$$L = \frac{r \cdot \pi}{2}$$

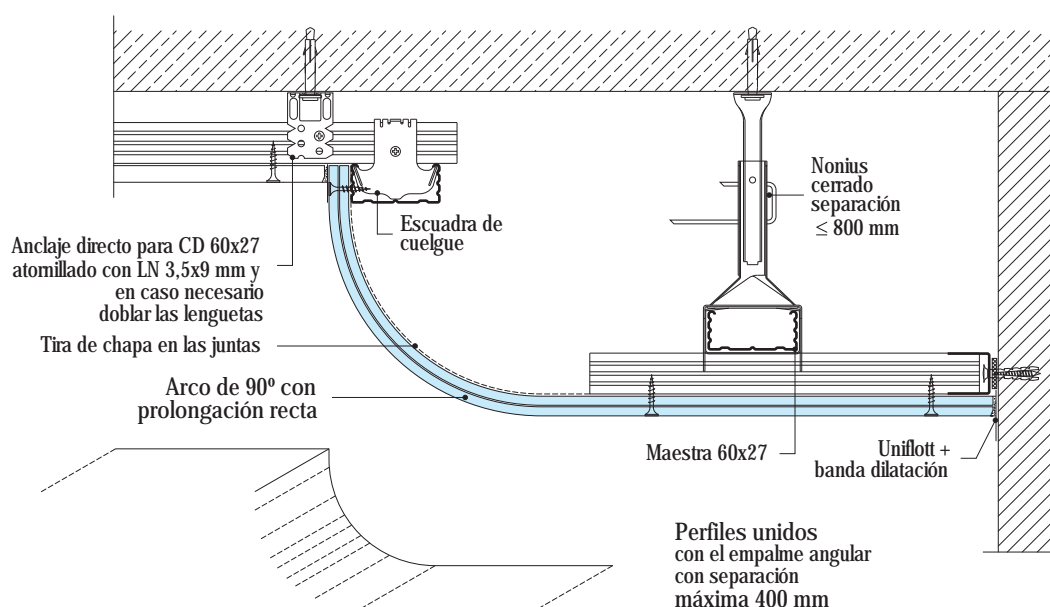
Angulo  $\alpha 180^\circ$ :

$$L = r \cdot \pi$$

Cualquier ángulo  
hasta  $\alpha 180^\circ$ :

$$L = \frac{\alpha \cdot r \cdot \pi}{180}$$

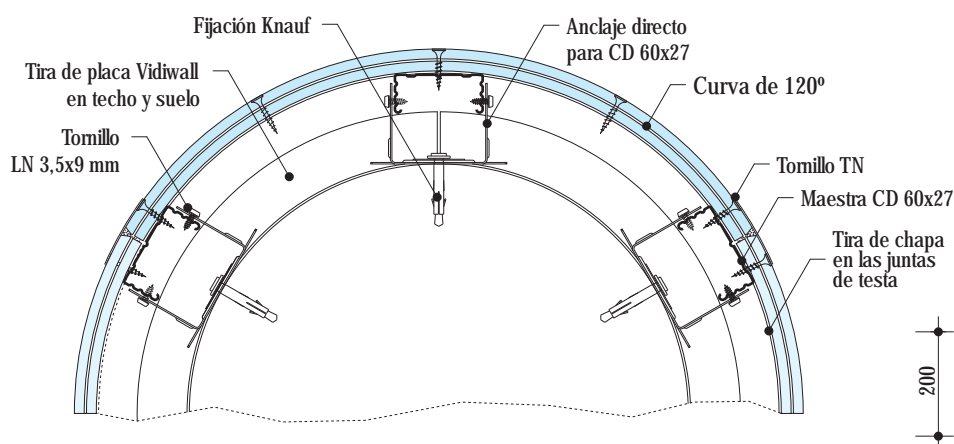
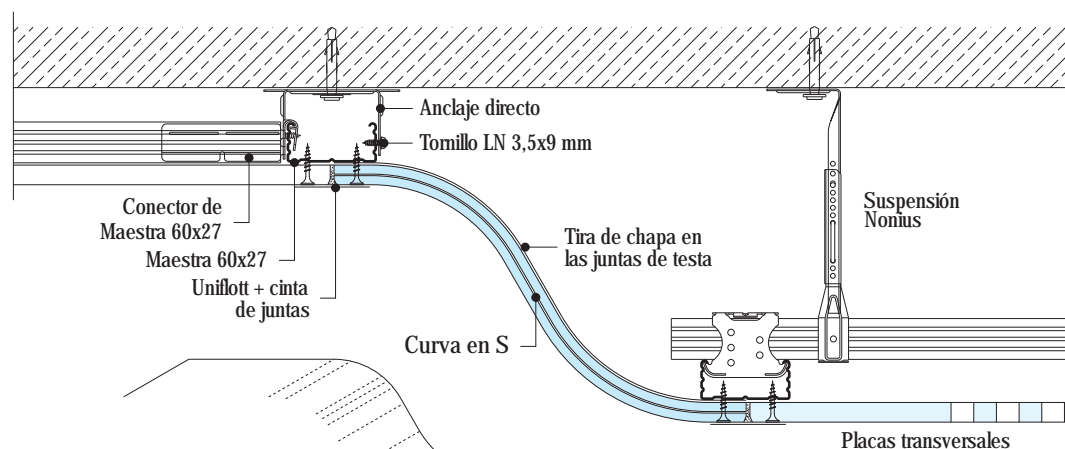
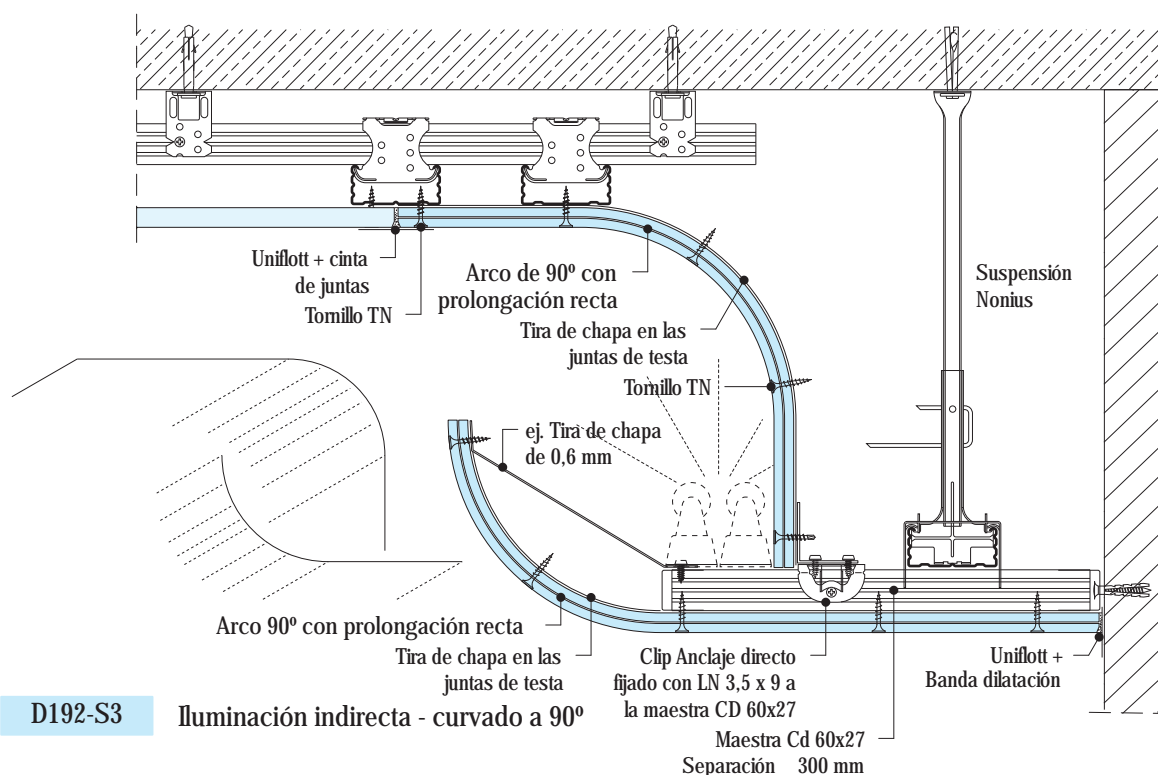
## Detalles: Ejemplo de aplicación



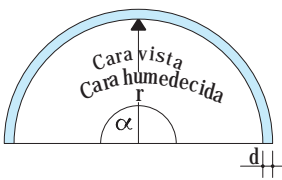
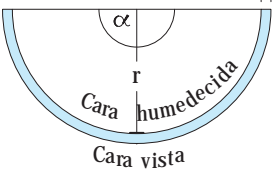
D192-S2

Cambio de nivel - Curvado a 90°



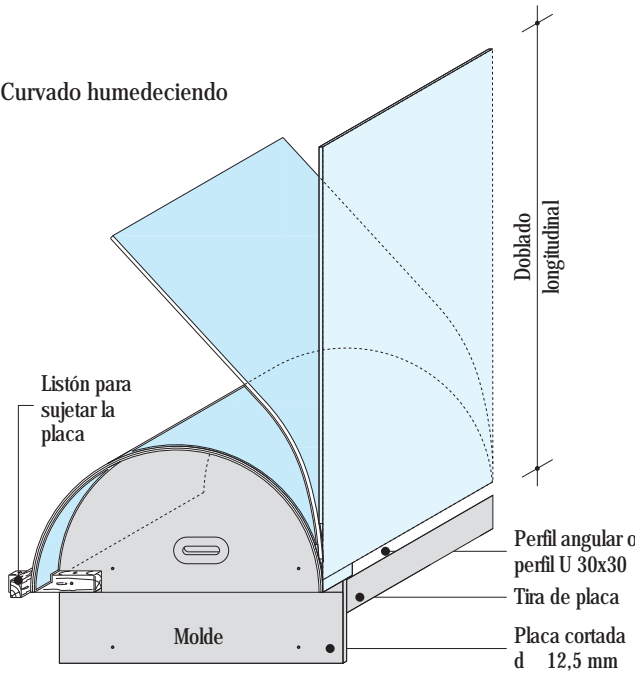


## Curvado "In Situ"

Curvado concavo	Curvado convexo	Espesor	Radio curv. r		Desarrollo curvo L:
		d mm	En seco mm	Humedo mm	Angulo α 90°: $L = \frac{r \cdot \pi}{2}$ Angulo α 180°: $L = r \cdot \pi$ Angulo hasta α 180°: $L = \frac{\alpha \cdot r \cdot \pi}{180}$
		6,5 (Techniform)	1000	300	
		9,5	2000	500	
		12,5	2750	1000	
		Curvado solamente longitudinal			

## Instrucciones para curvar la placa

### Curvado humedeciendo



Curvado humedeciendo

Listón para sujetar la placa

Molde

Doblado longitudinal

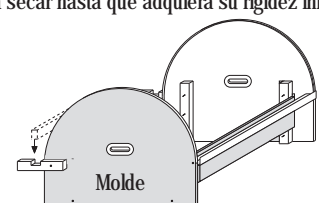
Perfil angular o perfil U 30x30

Tira de placa

Placa cortada d 12,5 mm

### Curvado humedeciendo

1. Levantar una placa longitudinalmente del palet.  
- No tirar de ella deslizándola ya que podría dañar el cartón
2. Situarla sobre una rejilla plana con la cara a humedecer a la vista  
- Esto permitirá que el agua sobrante caiga al suelo
3. Punzonar con el rodillo punzonador una vez transversal y otra longitudinalmente en toda la superficie de la placa
4. Rociar con agua o humedecer la cara vista con un rodillo con agua y dejar reposar unos minutos.
5. Colocar la placa sobre un molde previamente confeccionado con la curvatura requerida y fijar sus extremos
6. Dejarla secar hasta que adquiera su rigidez inicial.

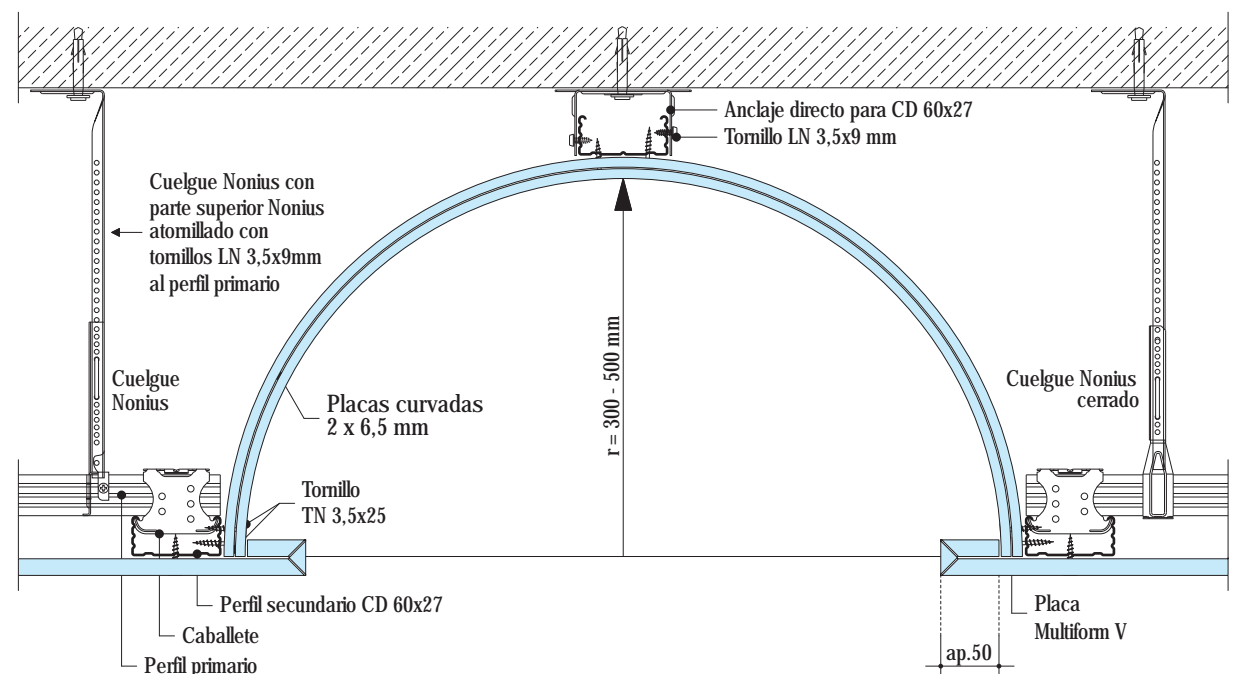


Molde

### Curvado en seco

1. Utilizar cuelgues y fijaciones totalmente rígidas, dejando la estructura en la forma deseada.
2. Situar la placa sobre la estructura y doblarla lentamente sobre ella. Atomillar las placas a los perfiles

## Detalle: Aplicación de Curvado Húmedo



Anclaje directo para CD 60x27

Tornillo LN 3,5x9 mm

Cuelgue Nonius con parte superior Nonius atornillado con tornillos LN 3,5x9mm al perfil primario

Cuelgue Nonius

Placas curvadas 2 x 6,5 mm

Tornillo TN 3,5x25

Perfil secundario CD 60x27

Caballote

Perfil primario

Cuelgue Nonius cerrado

Placa Multiform V

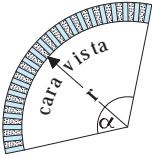
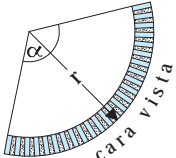
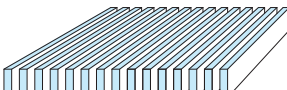
ap.50

r = 300 - 500 mm

D192-S1

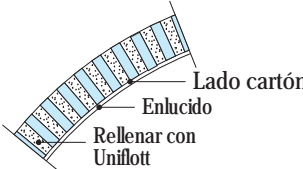
Bóveda concava - Placas Techniform

Curvada "In Situ"

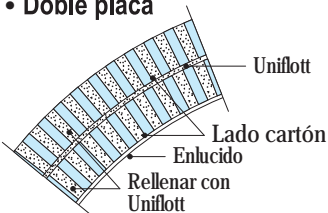
Curvado cóncavo	Curvado convexo	Espesor	Longitud	Desarrollo L
		9,5 mm / 12,5 mm Otros espesores bajo pedido	 Lado del cartón = Cara vista	Angulo $\alpha$ 90°: $L = \frac{r \cdot \pi}{2}$  Angulo $\alpha$ 180°: $L = r \cdot \pi$  Angulo hasta $\alpha$ 180°: $L = \frac{\alpha \cdot r \cdot \pi}{180}$
Radios r 50 mm				

Aplicación

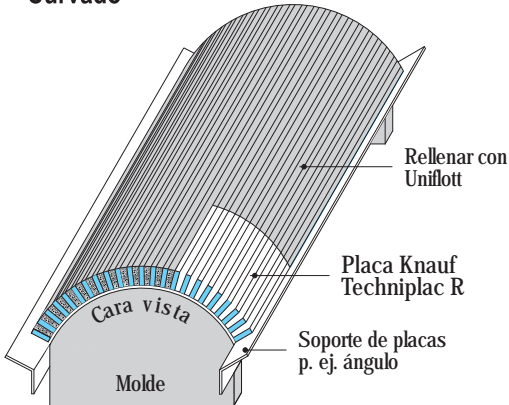
• Una sola placa



• Doble placa

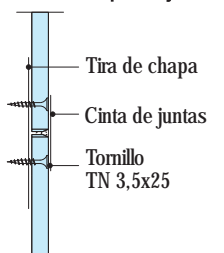


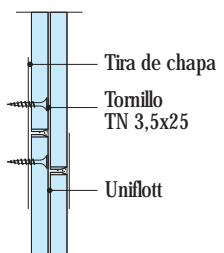
• Curvado



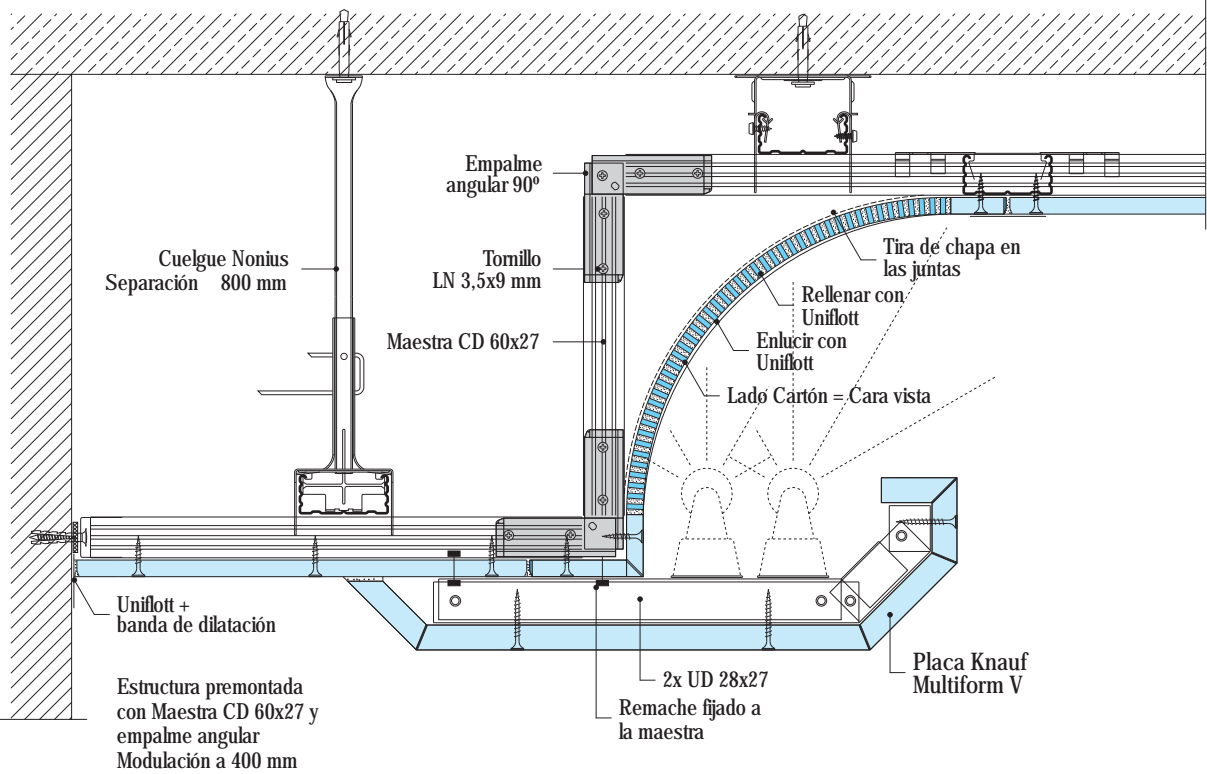
- Colocar la placa en el molde, con la cara vista hacia abajo, rellenar las ranuras con Knauf Uniflott y enrasar.
- Posteriormente enlucir la cara vista con Knauf Uniflott.

• Tira de chapa en juntas







Detalle: Ejemplos



Desarrollo



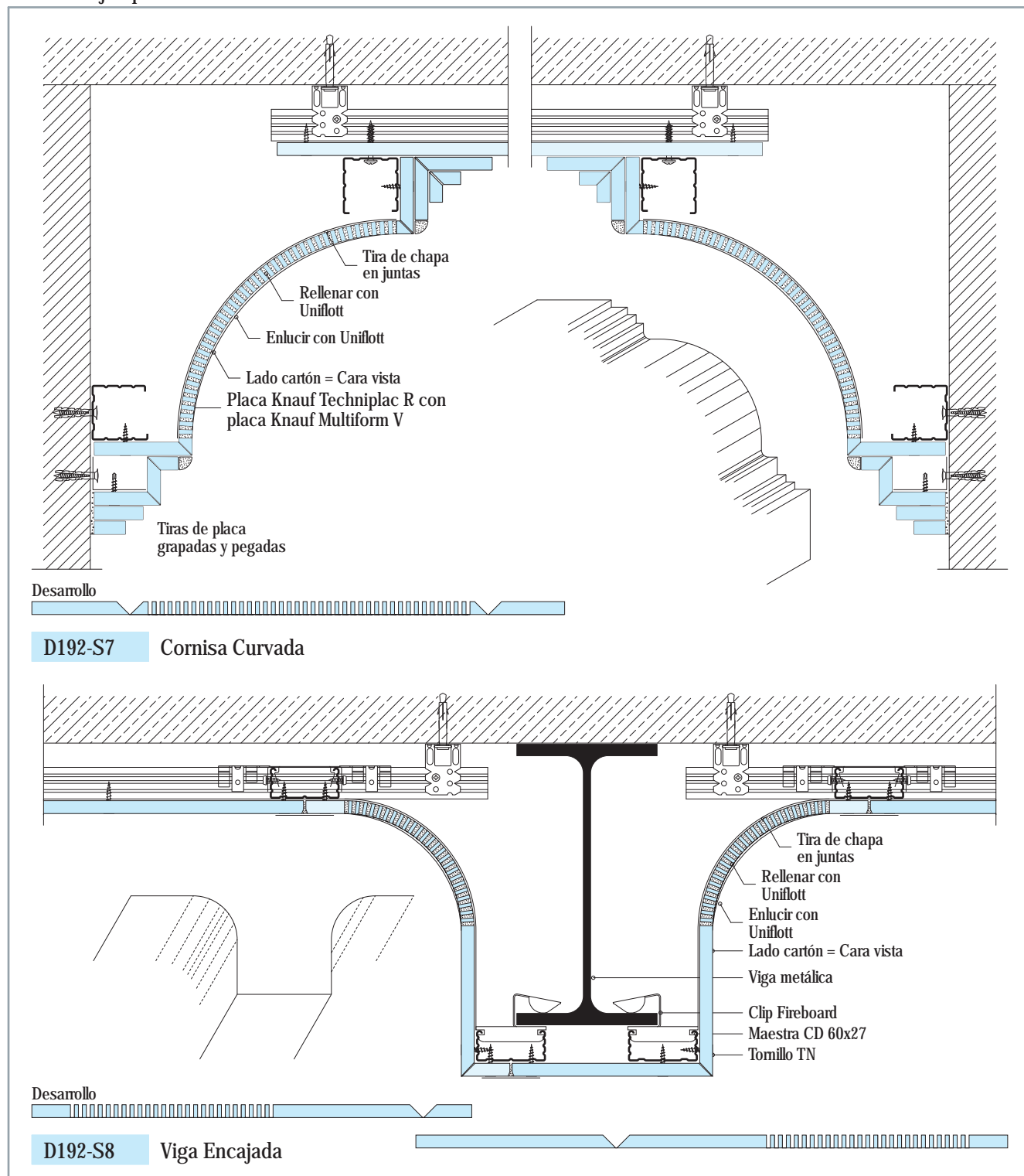
Desarrollo



D192-S6Luz Indirecta

## Curvada "In Situ"

### Detalles: Ejemplos

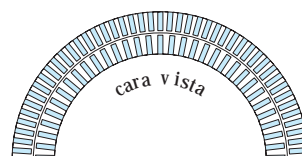


### Placa curvada en fábrica

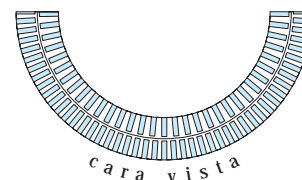
Los elementos vienen prefabricados con dos placas

En la superficie, enlucir con Uniflott

#### Curvado cóncavo





#### Curvado convexo



#### Observación

La placa Knauf Techniplac R prefabricada no está permitida en techos con resistencia al fuego.

## Curvado en Fábrica

Cóncavo	radio mínimo 500 mm	Convexo	radio mínimo 1000 mm
			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Longitud standard del perfil: 2600/3100/4000 mm</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Caras interiores y exteriores curvadas cada 150 mm</li> </ul>	

### Maestra precurvada

- Radio r1:

$$r1 = r + d + 27$$

- Desarrollo curvo L:

$$L = \frac{\alpha_1 \cdot r_1 \cdot \pi}{180}$$

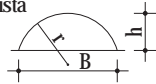
r = Radio de la cara vista  
r1 = Radio perfil precurvado  
d = Espesor placa Knauf

Cara vista de la placa

- Radio r:

### Cálculo radio cara vista

$$r = \frac{h}{2} + \frac{B^2}{8h}$$



- Longitud perimetral L:

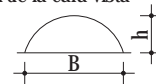
### Cálculo longitud de placa

$$L = \frac{\alpha \cdot r \cdot \pi}{180}$$

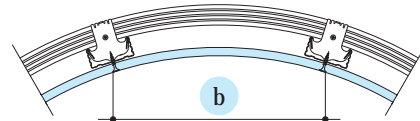
- **Otras formas alternativas**

### Cálculo longitudinal de la cara vista

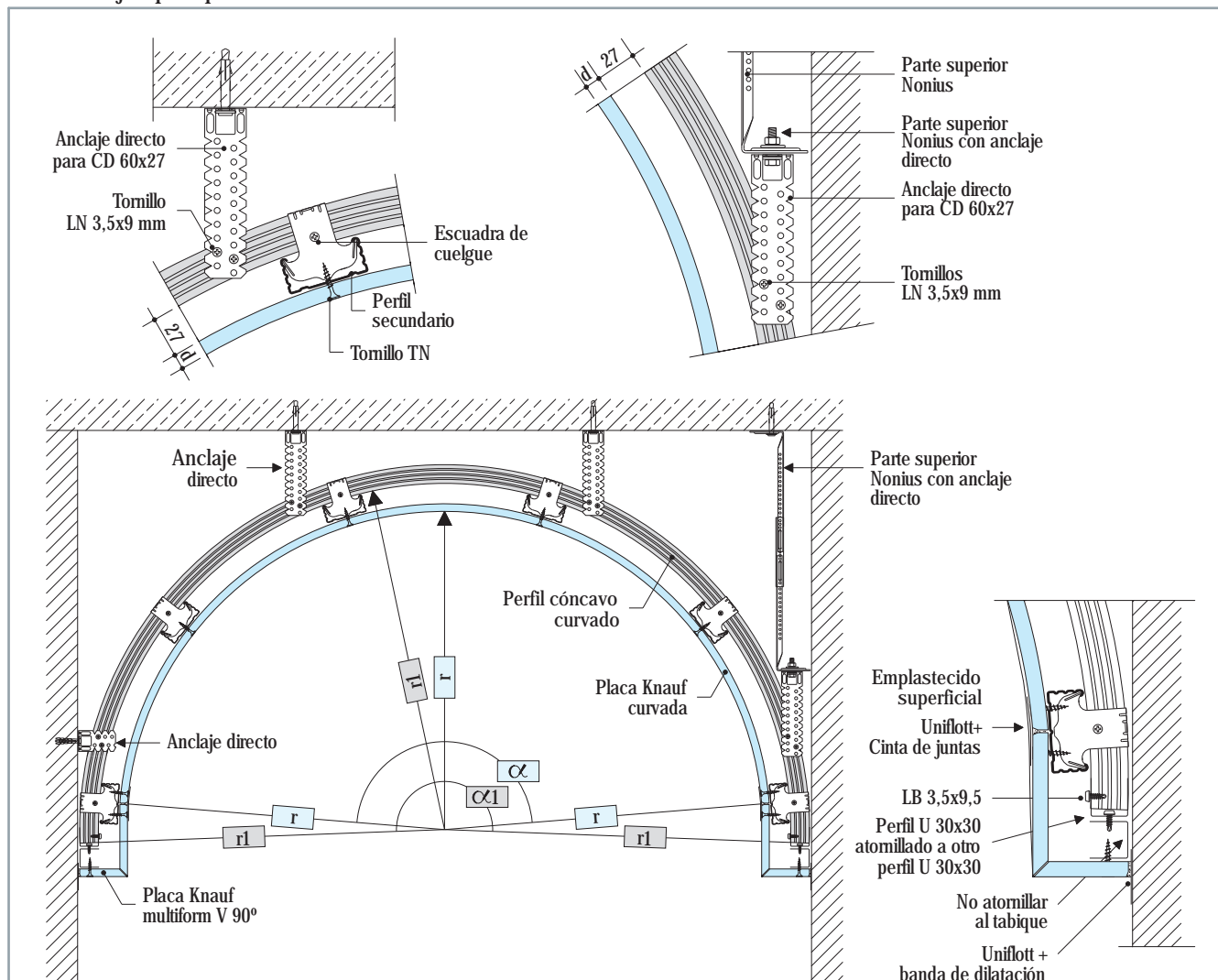
$$L = \sqrt{B^2 + \frac{16}{3} \cdot h^2}$$



Radio placa r mm	Separación Perfiles mm	b
1000 - 2500	≤ 300	
2500 - 5000	≤ 400	
5000	≤ 500	



### Detalles: Ejemplo aplicación



### Cúpula Berlín

Flecha:	-h-	235 mm
Diámetro cúpula d:	-d-	2132 mm
Radio cúpula r:	-r-	2536 mm
Número del plano:		34502-TV/D19

### Cúpula Munich

Flecha h:	-h-	358,5 mm
Diámetro cúpula d:	-d-	2600 mm
Radio cúpula r:	-r-	2536 mm
Número del plano:		34501-TV/D19

#### • Superficie F:

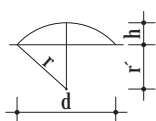
$$F = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

#### • Cálculo de r':

$$r' = \sqrt{r^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

#### • Flecha h:

$$h = r - r'$$



### Set completo para cúpulas Berlín/Munich

#### • Estructura:

Contiene la perfilera completa con cuelgues y elementos de cruce (excepto los tornillos), plano de montaje (ej. 34502-TV/D19 Berlín) e instrucciones de montaje.

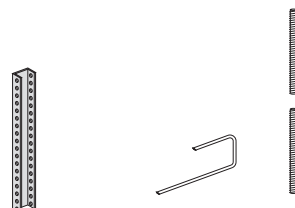
#### • Placas:

Contiene todas las placas (tiras de 12,5 mm para perfiles y segmentos de 9,5 mm para el acabado).

#### Cuelgues:

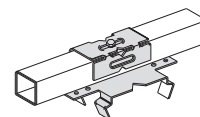
Cuelgue para cuadradillo 20/20

con  
Nonius + parte superior o Varilla roscada M6



#### Empalmes:

Emplame cuadradillo con CD  
(vienen conectado al cuadradillo)

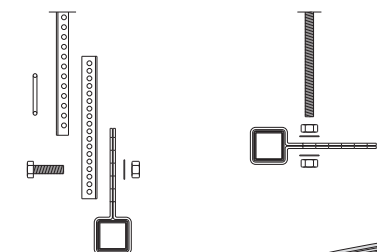


Empalme en cruz  
Unión entre CD en el vértice

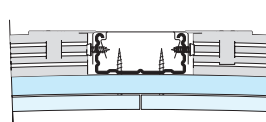
### Cúpula: Ejemplo de aplicación

dibujos sin escala

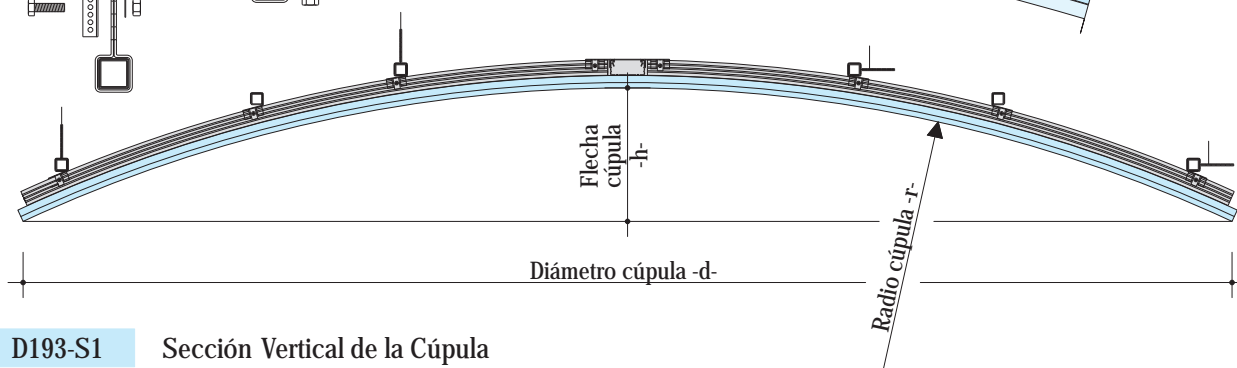
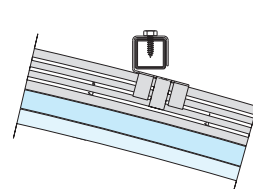
#### • Suspensión



#### • Detalle: Vértice

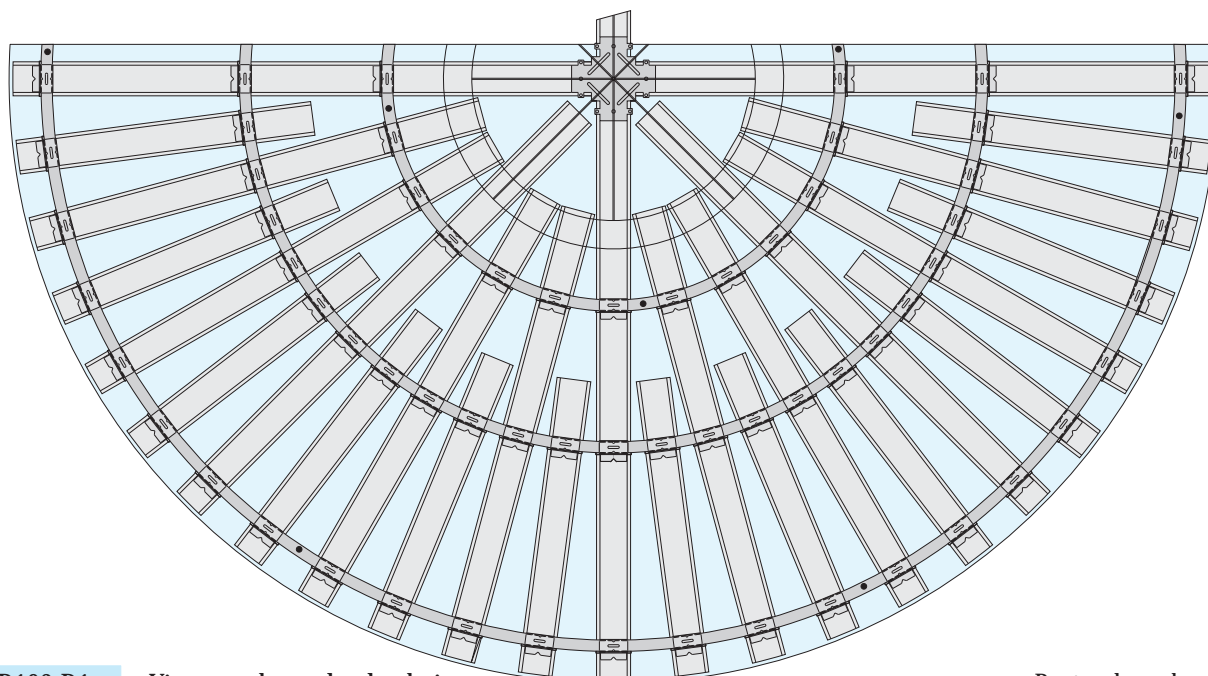


#### • Detalle: Conexión CD



D193-S1

Sección Vertical de la Cúpula



D193-D1

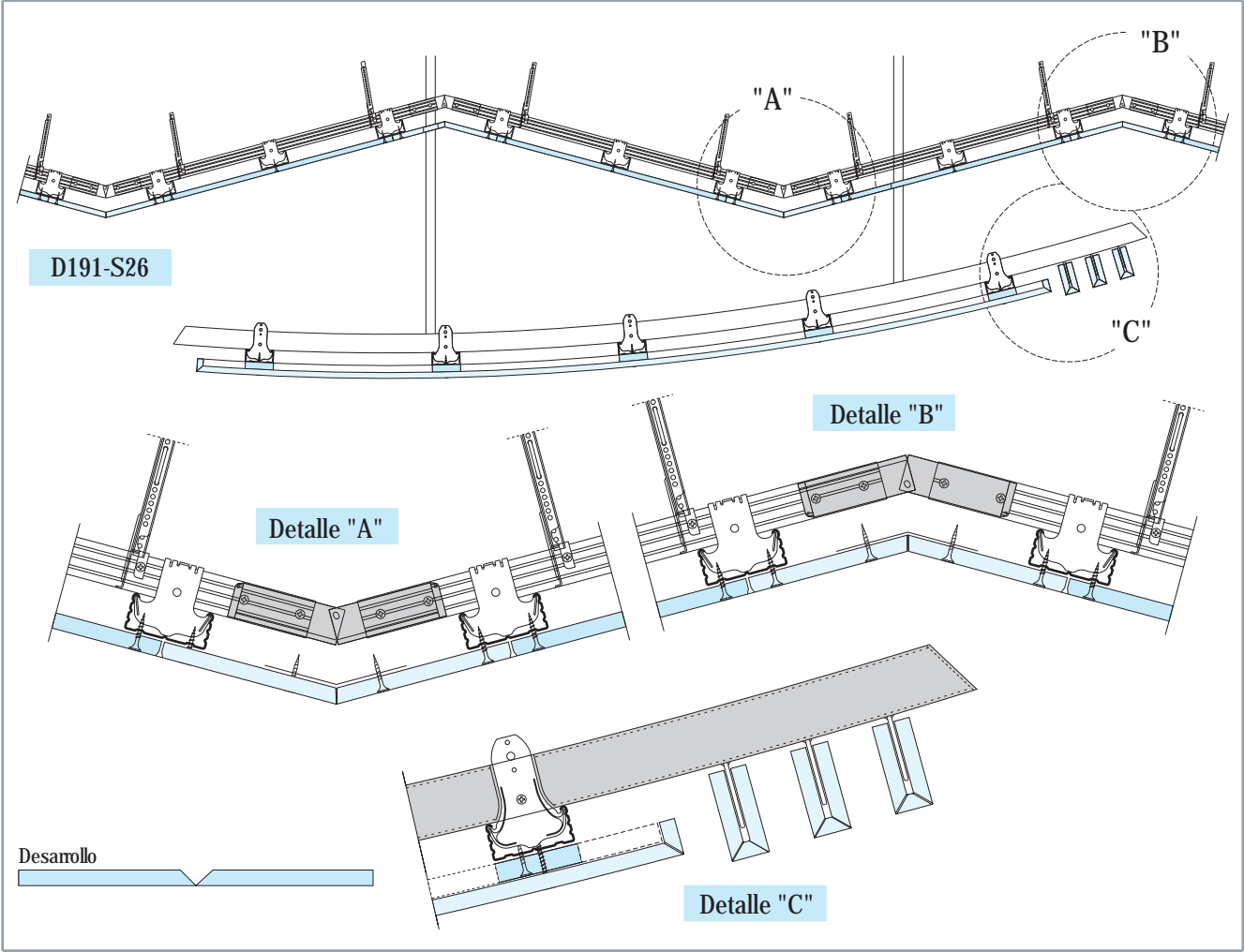
Vista en planta desde abajo

• Puntos de cuelgue

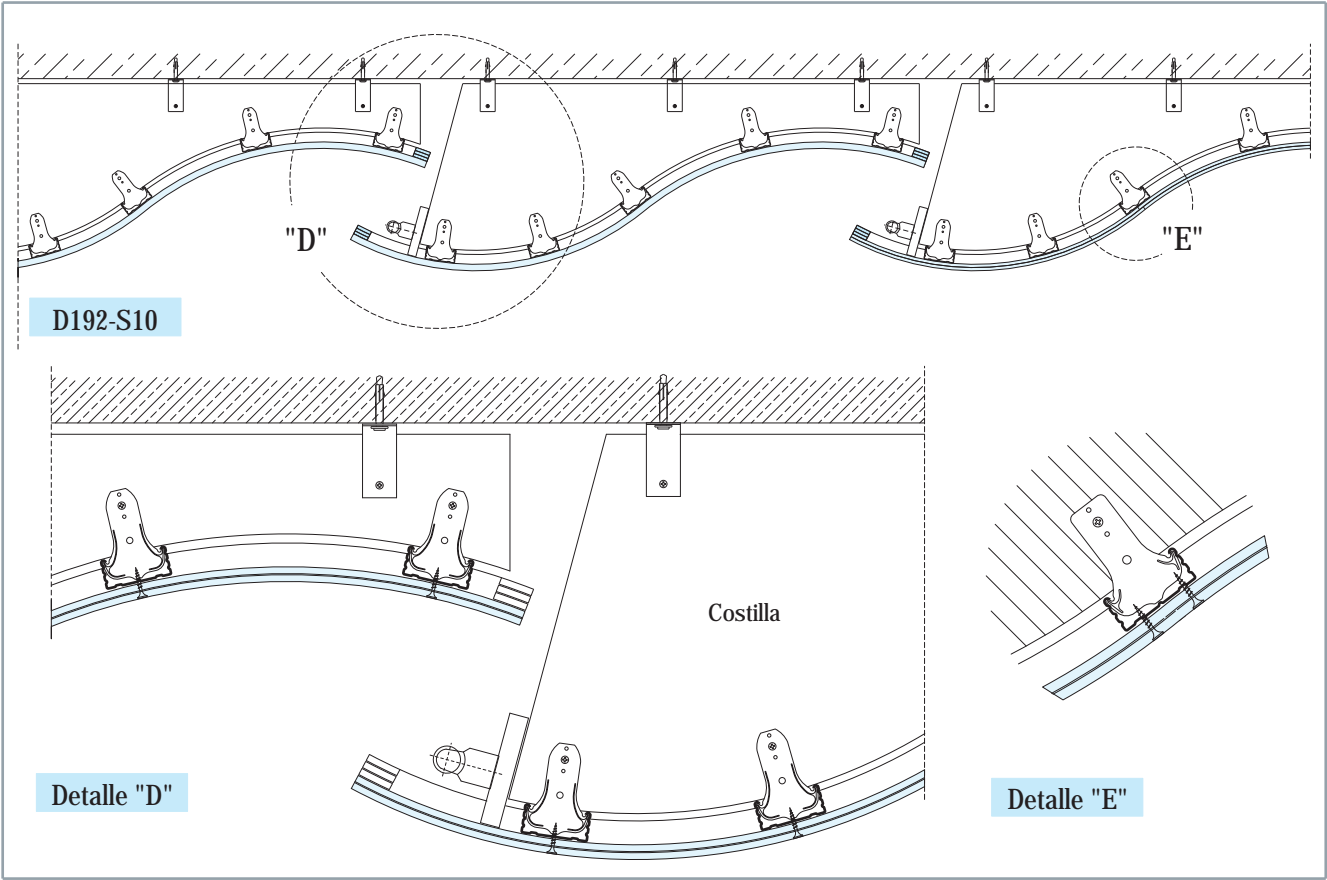


Ejemplos

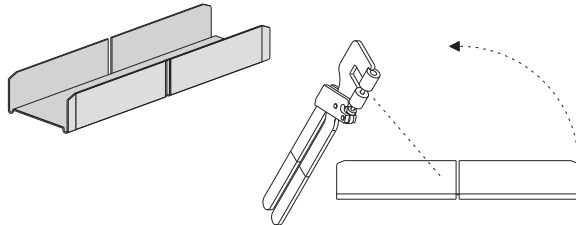
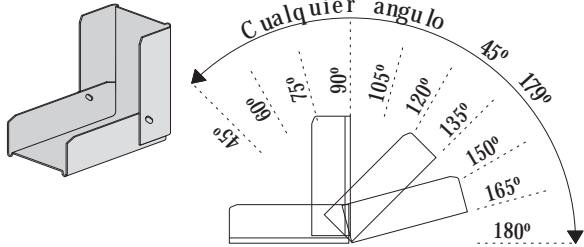
Techo en diente de sierra con techo curvado inferior



Techo en onda

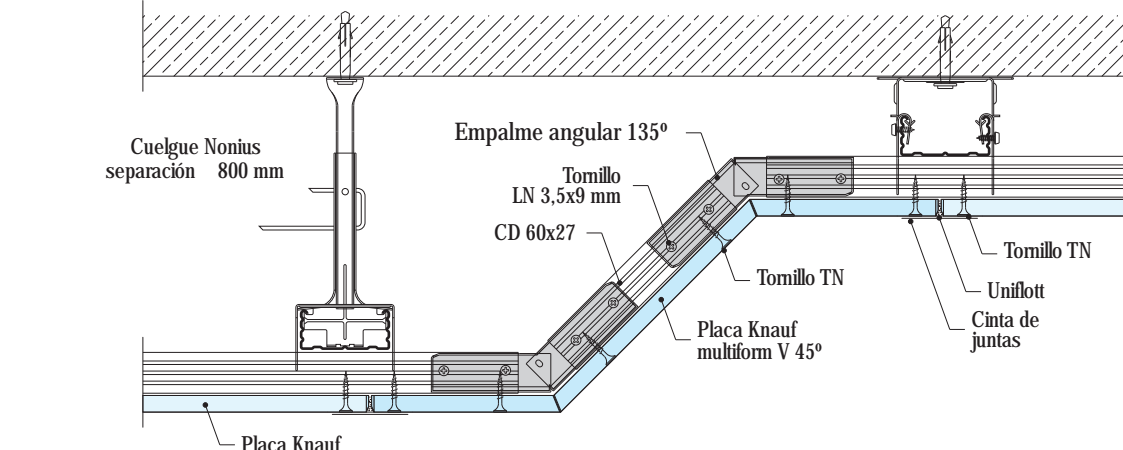


## Empalme angular para CD 60x27

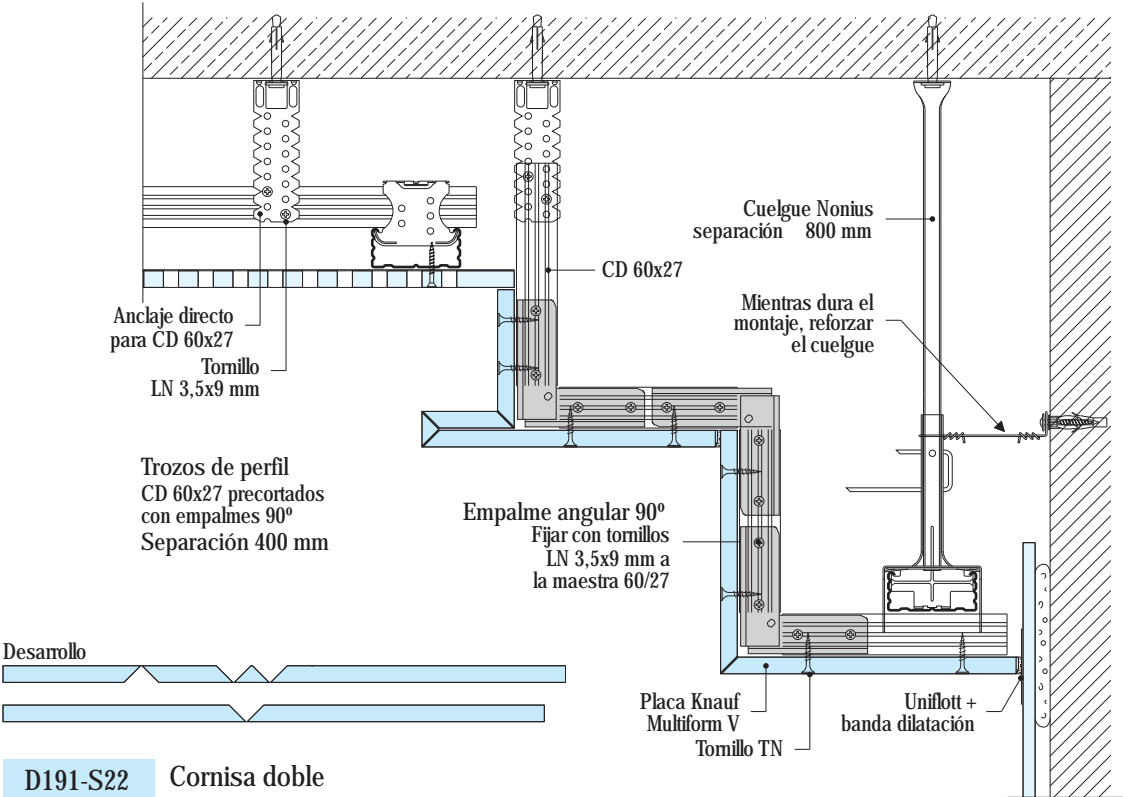
Sin punzonar	Punzonado
 <p>Fijar el ángulo "in situ" Atomillar, punzonar o remachar opcionalmente</p>	 <p>Se puede realizar el pedido con un ángulo determinado</p>

### Ejemplo de aplicación

**D191-S21 Cambio Nivel de Techo a 45°**



**D191-S22 Cornisa doble**

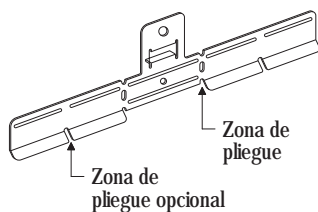




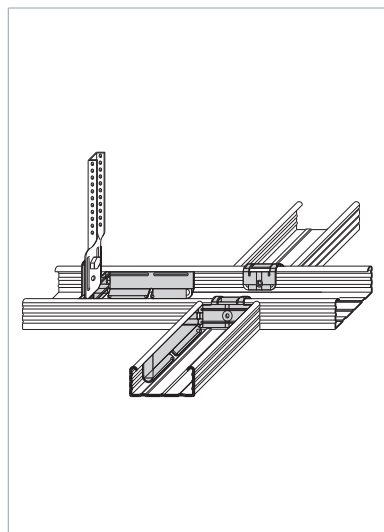
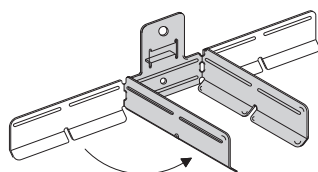
## Conector Universal para CD 60x27

### Montaje

Entrega sin doblar

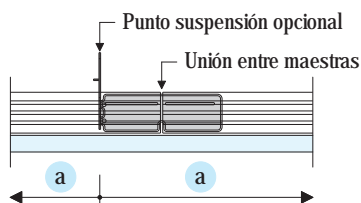


Ajustar según su uso  
Ajustar correctamente durante el montaje

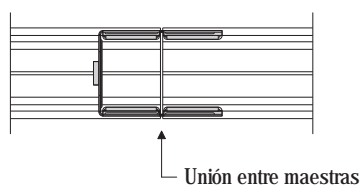


### Campo de aplicación

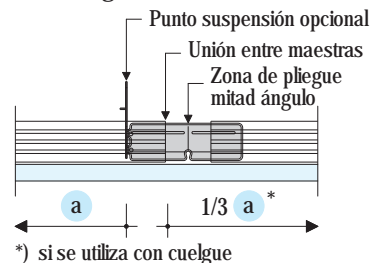
#### • Conexión longitudinal



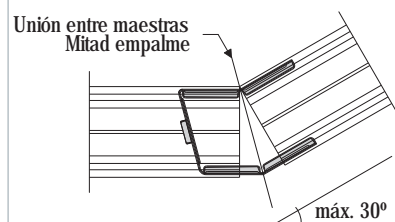
**a** = Separación entre cuelgues dependiendo del sistema de techo



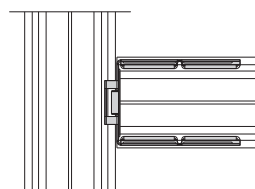
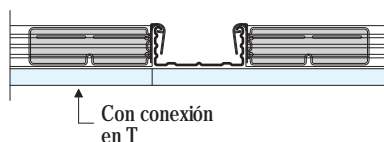
#### • Conexión longitudinal hasta 30°



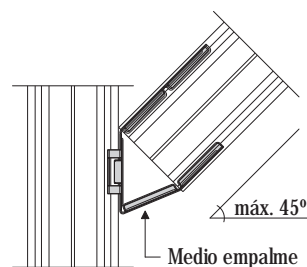
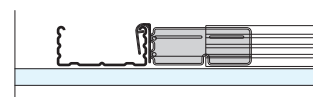
\*) si se utiliza con cuelgue



#### • Conexión en T o doble T



#### • Conexión en T hasta 45°

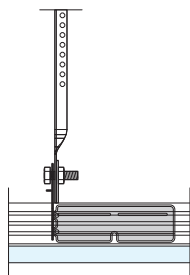


### Opciones de suspensión \*) (esquema)

Capacidad de carga según Norma DIN 18168-2

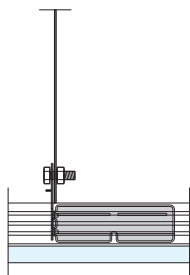
0,4 kN (40 kg)

Parte superior Nonius



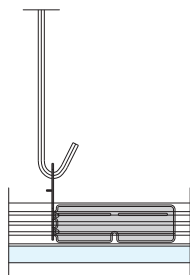
0,4 kN (40 kg)

Chapa de acero



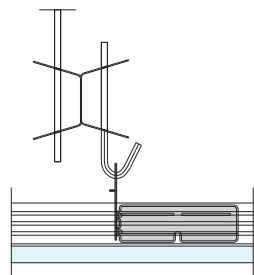
0,4 kN (40 kg)

Varilla



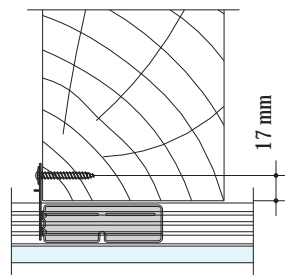
0,15 kN (15 kg)

Varilla y empalme de varilla



0,1 kN (10 kg)

Directamente a madera



### Observación:

- 1) Techos con exigencias al fuego: Fijar el conector universal a la maestra CD 60x27 con tornillos LB 3,5x9,5 mm según informe técnico ABP P-3043/0339

## Constitución + Montaje, tratamiento de juntas y acabados

### Constitución

Las placas Knauf Techniform, Techiplac R o precurvadas, van atornilladas a la estructura metálica cruzada a distinto nivel (D112) o al mismo nivel (D113) que a su vez va fijada al techo con el cuelgue combinado con varilla o directamente atornillada si se trata del anclaje directo. Si el techo pesa más de 30 Kg/m<sup>2</sup>, se deberá fijar al techo con el cuelgue Nonius.

Se deberá realizar una junta de dilatación bajo cada junta del techo original. Además, se recomienda realizar una junta de dilatación cada 15 m. de techo continuo, y en cada zona de cambio de altura o quiebro del techo, una junta de control. Para evitar fisuraciones, los techos deben ser flotantes. En zonas con humedades, ej. cuartos de

baños y cocinas, la perflería se encuentra garantizada contra la corrosión. Para otras zonas más agresivas, se deberá tener en cuenta la posibilidad de dar una protección adicional a los perfiles. Evitar el contacto continuo con el agua.

### Montaje

#### Estructura metálica

- Utilizar cuelgues tipo Nonius, Combinado, anclaje directo u otro homologado.
- Replantar en el techo o forjado las líneas donde irán colocados los perfiles principales (maestra 60/27).
- Sobre la línea de los perfiles principales, replantar la posición de los cuelgues (ver separación entre éstos en la hoja técnica D 11) y fijar éstos firmemente.
- Suspender los perfiles principales (maestra 60/27) de los cuelgues correspondientes. Cuando la maestra resulte corta, se puede solapar con otro trozo utilizando el conector para maestra 60/27.
- Replantar la posición de los perfiles secundarios (maestra 60/27) y anclar los

perfiles secundarios a los principales por medio de caballetes/anjales en cruz en cada punto de encuentro de los mismos.

#### Instalación de placas

- Colocar las placas en la parte inferior de la estructura, perpendiculares a los perfiles secundarios.
- Alternar las juntas de testa de las placas como mínimo en 400 mm.
- Atornillarlas a los perfiles secundarios de acuerdo a la tabla que figura en esta página, comenzando desde el centro de la placa hacia los extremos.
- Para el caso de placas perforadas Delta, ver catálogo D 12.
- Proceder al tratamiento de juntas.

#### Cargas y pesos

- Las cargas pueden ser fijadas en las placas siempre que no superen los 0,06 kN y estén separadas como mínimo cada metro lineal y ancho de placa.
- Si hay cargas mayores, se podrán fijar a la estructura metálica, suponiendo éstas como peso adicional para el techo y calculando la nueva separación entre perfiles.
- Los cálculos se harán de acuerdo a la tabla de la hoja técnica del techo D 11.
- Las cargas mayores deberán ser fijadas directamente al techo original.
- En caso necesario, consultar con el Dpto. Técnico de Knauf.

Distancia entre tornillos para fijación de placas Knauf con tornillos sobre perfil de 0,6 mm.

Espesor de placa	Tipo de Tornillo	Separación entre tornillos
Hasta 15 mm	TN 3,5 x 25 mm	200 mm.
Hasta 18 mm.	TN 3,5 x 35 mm	200 mm.
Hasta 2x12,5 mm	TN 3,5 x 25 + TN 3,5 x 35 mm.	200 mm.

### Tratamiento de juntas y acabados

En el tratamiento con cinta, se dará una mano de pasta de juntas, y se sentará la cinta sobre ésta, planchándola con la espátula. Una vez seca (ver tiempos de secado en hojas técnicas de pastas), se procederán a las siguientes de acabado. Con la misma pasta se plastecen las cabezas de los tornillos y se lijara suavemente la superficie. Cuidar bien las juntas de testa.

Para hacerlo sin cinta, se deberán prever placas con borde en cuarto de círculo CC. Las juntas de testa requieren un cuidado especial: se deberán biselar los cantos de testa y humedecerlos inmediatamente antes de aplicar Uniflott. En los encuentros con los tabiques, se debe pegar una banda adhesiva de modo que el Uniflott no se

adhiera a los mismos, forzando de ese modo una junta de separación.

Antes de pintar o emplastecer la superficie, se recomienda una capa de imprimación con Knauf Tiefengrund.

Las placas Knauf pueden recibir los siguientes acabados:

- Pinturas: Dispersiones plásticas lavables, dispersiones con base de cuarzo, pinturas de colores, pinturas al óleo, lacas opacas, pinturas con resinas, pinturas con base de álcalis, resinas de polimeros, lacas poliuretanas y lacas epóxicas.
- Enfoscados minerales: Cualquier tipo de emplastecido o enfoscado mineral.
- Tapizados: Empapelados, moquetas textiles y plásticas.

No se recomienda pintar con cal, silicato de potasa y pinturas con silicatos. Ciertas dispersiones con silicatos, se podrían utilizar con la recomendación expresa del fabricante. Evitar cualquier tipo de pintura cuyo pH sea mayor que 11,5.

Las placas deben ser almacenadas a resguardo de la intemperie y de los rayos solares. Se recomienda la instalación de las placas una vez acabados los cerramientos. En caso que las placas necesiten estar durante largos periodos de tiempo en contacto con la luz solar, se les debe dar una imprimación para evitar que el cartón se decolore, dificultando así su acabado.

Información general: Tel.:902 440 460

Knauf en internet: [www.knauf.es](http://www.knauf.es) - E-Mail: [knauf@knauf.es](mailto:knauf@knauf.es)

Oficina Central: c/ Calenuega, 79 - 7º, 28033 Madrid

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de este folleto sin autorización de Knauf GmbH, España. Garantizamos la calidad de nuestros productos. Los datos del catálogo, son resultado de nuestra experiencia, y la variación de las circunstancias bajo las cuales fueron ensayados, puede alterar su comportamiento.

Edición: Octubre 2005

Código



## **Techos Decorativos y Sistema de Cúpulas**

La combinación del arte y la técnica



## **El perfecto arte del ingenio**

### **Diseño de techos y habitaciones**

Knauf le ofrece la posibilidad de realizar techos decorativos de una manera fácil, rápida y segura, sin suciedades y con pocos materiales: placa de yeso laminado y perfilería Knauf. Las placas Knauf van fijadas a los perfiles que forman la estructura portante. Con ellos, el repertorio de posibilidades se hace infinito.



La combinación del arte y la técnica: así se puede resumir el diseño del techo del pabellón del Palacio de la ciudad de Saarbrücke en Alemania. El techo combina un diseño perfecto con una alta protección al fuego.

### **Diseño de techos y habitaciones**

La razón de este catálogo es darle ideas de modo que pueda diseñar techos a su medida. Con Knauf, las formas rectas se transforman de manera sencilla para alcanzar cualquier tipo de diseño.

No hay decoración que no se pueda realizar con nuestros sistemas. El límite de posibilidades lo da su imaginación.

### **Diversidad de formas**

Para ello Knauf le ofrece las Knauf MULTIFORM, fresadas en forma de Y, pudiendo tener la V cortada en el anverso o en el reverso. El resultado: un canto perfecto después del plegado.

Ideal para simular molduras sobre todo en zona de cambios de nivel o de tipo de techos. La placa se pega con Uniflott y simplemente se atornilla a los perfiles Knauf.



## **Posibilidades ilimitadas**

### **Con placas Knauf resulta todo mas fácil**

La versatilidad de los sistemas constructivos Knauf permiten la realización de todo tipo de formas. Las placas permiten un corte a medida y se facilita con ello la realización de quiebros y formas discontinuas.

Con Knauf la decoración se convierte en un juego de niños. Nuestros sistemas llegan hasta donde su imaginación lo permite.





### **Techo escalonado**

Fácil solución decorativa para sucesivos cambios de altura de techos. El diseño permite la instalación de halógenos.

### **Techos con placas Multiform: nuevas posibilidades**

Las placas Multiform Knauf abren un campo nuevo en el diseño de techos suspendidos. La combinación de formas en U permite la realización de techos decorativos combinando todo tipo de placas.



### **Placas perforadas Cleaneo**

Otro producto que abre las puertas al diseño es la placa Knauf Cleaneo, con diversos tipos de perforación.

### **Decoración radial**

Otra posibilidad de decorar con Knauf se obtiene, cortando tiras y pegándolas al techo suspendido.

### **Decoración en cuadrículas**

Sencilla solución decorativa con tiras de placas formando cuadrículas en una sala de espera de un edificio de oficinas.



### **Lamas: el juego de superficies y líneas**

Los placas Knauf permiten la construcción de techos que simulan lamas. Basta con doblar las tiras de placas sobre sí mismas y atornillarlas a la escuadra de cuelgue giratorio.

### **Cambios de altura con lamas horizontales curvas**

Decorativo diseño logrado en la zona de transición de un techo liso a un techo Cleaneo con placas perforadas.

### **Cambios de forma y diseño**

Techo acústico combinando placas lisas y ranuradas, cortadas en forma trapezoidal. Enfrente se ve un acabado con lamas verticales.

### **Decoraciones con ranura**

Una buena solución para decorar oficinas se consigue con una combinación de placas ranuradas cortadas en forma de círculo.

### **Placas acústicas ranuradas**

Las placas ranuradas Knauf, además de mejorar la absorción acústica de los techos, permiten decorar ambientes.



## **Versátil y funcional**

### Infinitud de aplicaciones

Combinando las formas curvas y rectas se logra un diseño personalizado adaptado a las características de cada tipo de ambiente. El resultado está a la vista.

Las superficies perfectamente lisas que se consiguen con las placas Knauf, permiten jugar con los reflejos de luces.





Decoración, acústica y buen gusto son las premisas básicos de cualquier auditorio de música. Basta con ver los resultados para decantarse por Knauf.

### **Sin juntas entre cantos y curvas de transición**

Cóncavo o convexo, ésta es la cuestión: con los sistemas Knauf se pueden simular todo tipo de molduras. La unión con las zonas curvas resulta perfecta.

### **Cambio de altura**

La versatilidad de los sistemas Knauf permite cambios de altura en techos de una manera agradable y un acabado elegante.

### **Formas onduladas con placas Knauf**

Los cambios de altura se logran de una manera fácil y rápida curvando las placas Knauf Techniform para simular ondas. Basta con realizar una plantilla con la misma placa, donde se alojan los perfiles a los que se fijarán las placas.

### **Ondas continuas**

Otra posibilidad para decorar con Knauf se logra curvando las placas de forma continua, en forma de ondas.

### **Curvas en dos planos distintos**

Las formas curvas, cónicas, cilíndricas y de cualquier tipo, son fáciles de lograr. Con Knauf, la geometría no tiene límites.

### **Techo geométrico**

Las placas Knauf permiten una doble curvatura en techos continuos. Los perfiles Knauf pueden ser curvados con el radio exacto solicitado. El acabado liso deja la superficie lista para el acabado final.



## **Protección sin límites**

### **Soluciones técnicamente insuperables**

El yeso es un producto que se utiliza en la construcción desde hace siglos. Es resistente a la deformación, incombustible, químicamente neutro y libre de sustancias nocivas; por tanto un material de construcción inocuo, fácil de trabajar y aplicar. Por si fuera poco, el yeso mantiene un equilibrio hidrométrico respecto a la humedad ambiente, contribuyendo a crear una atmósfera sana y agradable.



### **Resistencia al fuego**

Los techos decorativos Knauf tienen la ventaja añadida de contar con una alta resistencia al fuego. El yeso es un material incombustible y esto significa un espacio seguro.

### **Accesorios Knauf**

La integración de los sistemas de placa Knauf con los accesorios - como trampillas de acceso, cuelgues, etcétera- es perfecta.

La escuadra de cuelgue giratorio, que permite el cruce de perfiles con cualquier ángulo de giro, así como el empalme angular de perfiles, resultan elementos indispensables a la hora de montar techos decorativos.

### **Acabados**

Además, las placas Knauf permiten distintos tipos de acabados, integrando en cada ambiente la decoración adecuada.

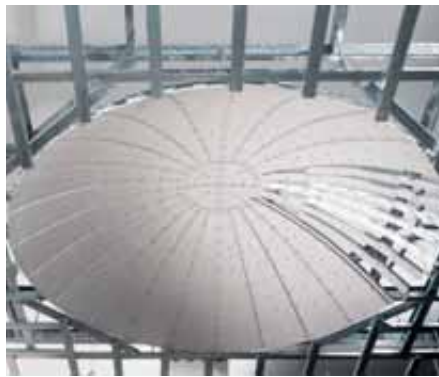
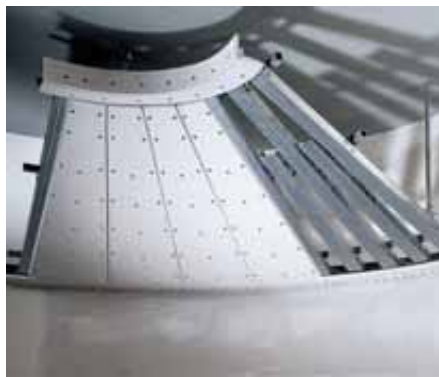
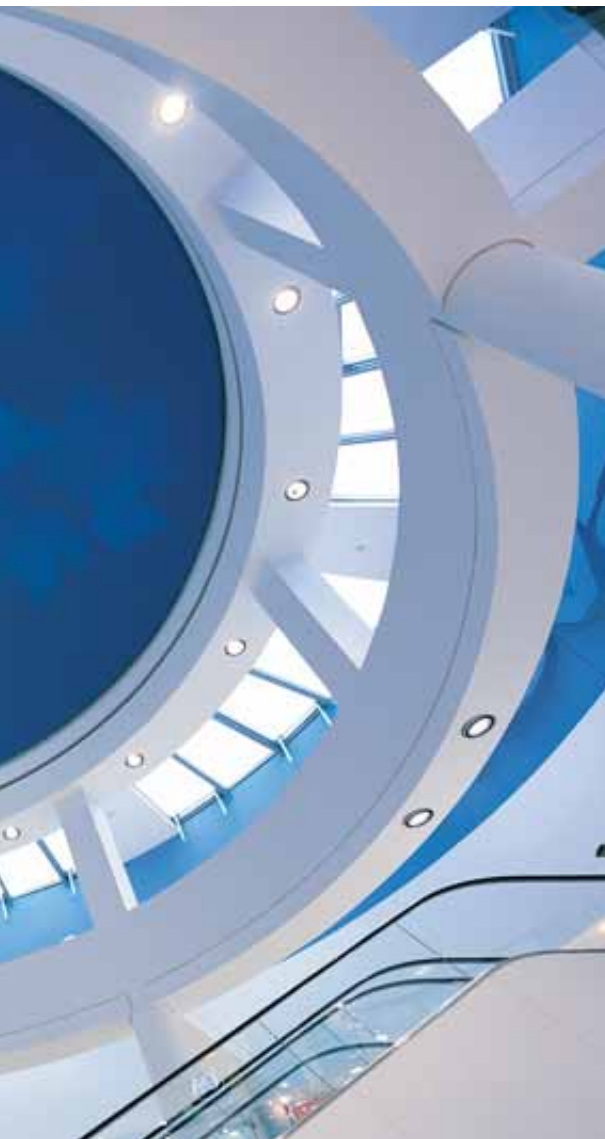




## **Techos ondulados y curvos**

### **Sistema de cúpulas listo para instalar**

Todos los grandes proyectistas y constructores han diseñado y construido alguna cúpula en su carrera. Nosotros la hemos diseñado con placas Knauf.



### **La cúpula: un diseño con placas sin precedentes**

Una construcción estable, de bajo peso, acabado perfecto y muy fácil y rápido de instalar.

Los elementos vienen listos para su montaje y sin suciedad ni humedades.

### **Sistema de cúpulas completo, listo para instalar**

El nuevo sistema de cúpulas está diseñado con perfiles precurvados en dos diseños distintos: Berlín y Munich.

Los perfiles principales conforman anillos circulares que van suspendidos al techo original. Como perfiles secundarios se utiliza el 60/27 que se une al principal por medio de un caballete especial. Las placas vienen precortadas y listas para su instalación.



**Advertencias legales:**

La información, imágenes y especificaciones técnicas contenidas en este catálogo, aun siendo en principio correctas, salvo error u omisión por nuestra parte, en el momento de su edición, puede sufrir variaciones o cambios por parte de Knauf sin previo aviso. Sugerimos en cualquier caso consultar siempre con nosotros si está interesado en nuestros sistemas.

Los objetos, imágenes y logotipos publicados en este catálogo están sujetos a Copyright y protección de la propiedad intelectual. No podrán ser copiados ni utilizados en otras marcas comerciales.



Código: 01010005 / Edición: noviembre 2008



@  **www.knauf.es**

@  **www.knauf.pt**

**Servicio de Atención al Cliente**

  **902 440 460**

  **707 503 320**



**División Techos**

**Knauf GmbH España**

Avda. de Manoteras, 10 Edificio C · 28050 MADRID - España  
Telf: +34 91 383 05 40 · Fax: +34 91 766 14 27

**Knauf Ltda. Portugal**

Rua Poeta Bocage, 14 D · 1600 - 581 LISBOA - Portugal  
Telf: +351 21 711 27 50 · Fax: +351 21 711 27 59

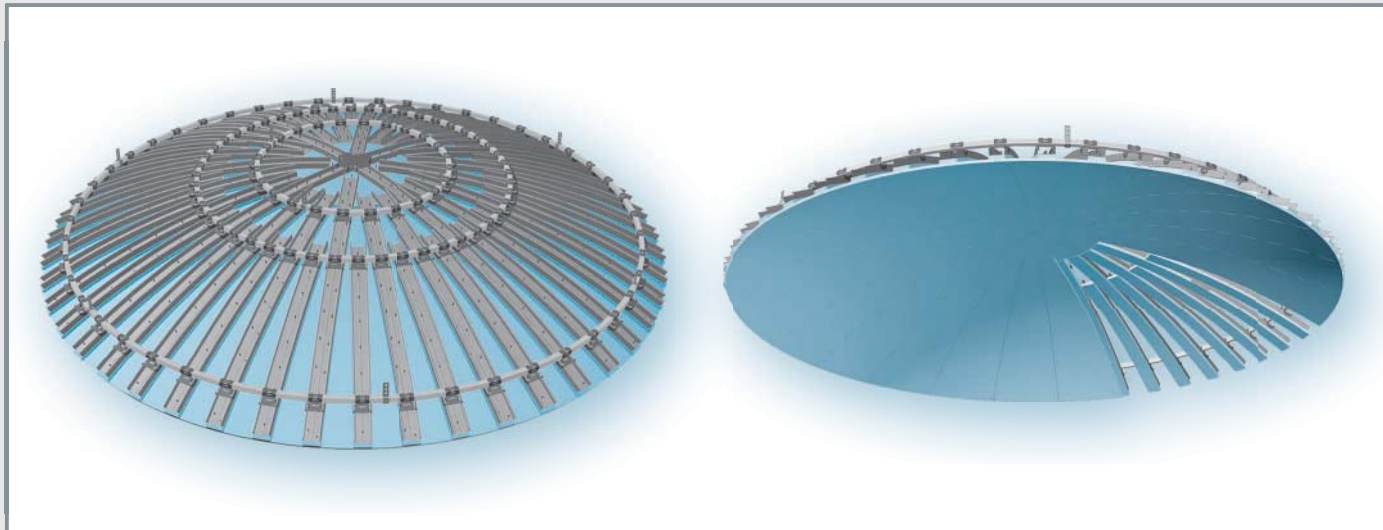
# D193 Knauf Domes

Knauf Flat Domes

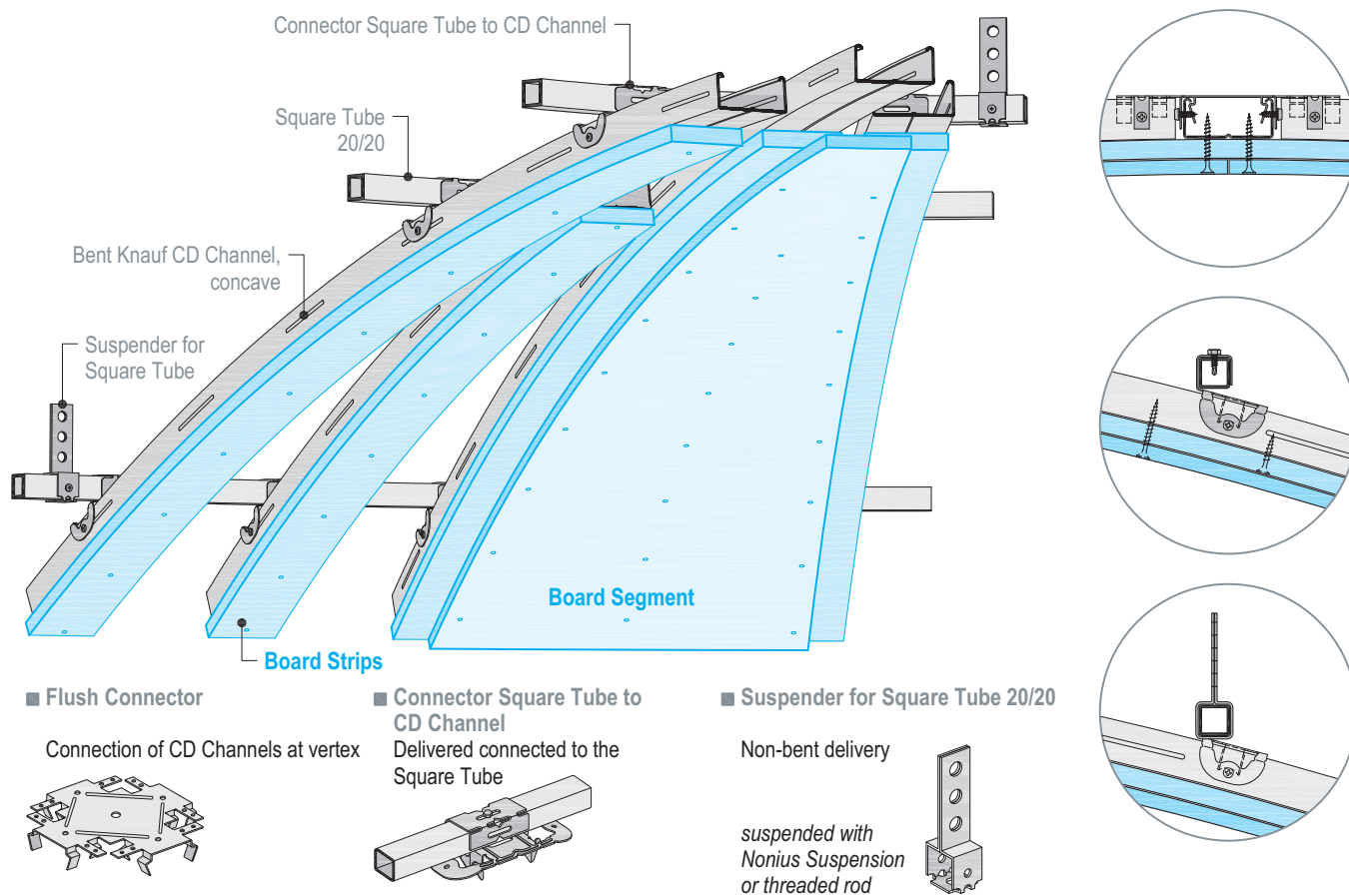
**KNAUF** Gips

## Examples

Scheme drawings



### D193-P1 Section of flat dome



#### Scope of delivery of Flat Domes:

- **Complete substructure**  
(except Nonius Suspension / threaded rods with required fasteners)
- + ■ **Complete cladding**  
Knauf Board Strips 12.5 mm +  
Board Segments e. g. 9.5 mm
- + ■ **Installation plan**

■ **Special Domes** see page 25

#### Knauf Standard Flat Domes:

	<b>Munich</b>	<b>Berlin</b>
Rise:	358.5 mm	235 mm
Diameter:	2600 mm	2132 mm

## **APÊNDICE L - FICHA TÉCNICA DO GESSO CERÂMICO**



## CERÂMICO

### Descrição do produto

O gesso CERÂMICO é um gesso hemihidratado, de cor branca ou bege claro, produzido a partir do mineral de gesso natural.

### Aplicações

Recomendado para o fabrico de moldes em que a conformação de peças é feita com pasta líquida, vulgarmente conhecido por processo de enchimento, na indústria cerâmica de faiança decorativa e utilitária.

Utilizado também no fabrico de massas pré-doseadas para a construção civil.

### Especificações Técnicas

Relação Gesso/Água	1,250 kg / l	Resistência à Flexão (seco)	~ 45 kg/cm <sup>2</sup>
Tempo de Início de Presa	12 ± 3 min.	Capacidade de Abs. Água	40 ± 2 %
Tempo de Fim de Presa	28 ± 5 min.	Resíduo: Peneiro 300 micron	≤ 0,010 %
Fluidez (anel de Vicat)	220 ± 20 mm	Peneiro 150 micron	≤ 0,150 %
Expansão linear (1 hora)	máx. 0,20%	Peneiro 45 micron	≤ 2,500 %

### Informações adicionais

As proporções de gesso e água referidas são utilizadas nos métodos de ensaio internos da SIVAL, para gesso acabado de produzir. Na prática, podem ser ajustadas de acordo com as necessidades de cada aplicação individual, desde que a fluidez se mantenha dentro dos limites recomendados.

Note-se, no entanto, que essas alterações influenciarão várias características do produto obtido, nomeadamente densidade, tempos de presa, resistência, expansão e capacidade de absorção de água.

Os produtos com base em gesso devem armazenar-se em ambiente seco, pois a absorção de humidade pode produzir alterações das suas propriedades físicas, tais como diminuição da resistência e alongamento dos tempos de presa. Para salvaguardar a qualidade do produto durante a sua utilização, os sacos abertos e parcialmente usados devem ser devidamente dobrados e fechados.

A temperatura de secagem dos moldes de gesso nunca deve exceder os 45 °C, sob pena de ocorrer alguma desidratação e a consequente perda de desempenho.

### Embalagem

Sacos de papel de 30 kg, *big bags* ou a granel.

Uma vez que as condições de manuseamento e aplicação dos nossos produtos estão fora do nosso controlo, a nossa responsabilidade limita-se unicamente à qualidade dos mesmos, não contemplando qualquer anomalia decorrente do seu uso inadequado.

## GESSO COLA B

### Descrição do produto

GESSO COLA B é um produto com base em gesso e adjuvantes, de cor branca. É comercializado em forma de pó muito fino, pronto a amassar mecanicamente com água, para aplicação manual.

### Utilização

Para colocação/colagem de decorações e molduras em gesso e PVC, directamente sobre tectos e paredes de gesso tradicional, projectado ou cartonado e rebocos à base de cimento, desde que devidamente secos, limpos e desengordurados.

### Tempo de uso da massa

Existe em 3 versões, com tempos de presa ajustados às diferentes formas de trabalhar <sup>(\*)</sup>:

COLA B Curta – 10 a 15 min.

COLA B Normal – 18 a 30 min.

COLA B Longa – cerca de 1h 30 min.

<sup>(\*)</sup> Valores orientativos, sujeitos a oscilações inerentes às condições atmosféricas e de preparação das amassaduras.

### Aplicação



Num caldeiro limpo, com água limpa, deitar o produto lentamente, até à saturação (equivale a cerca de 70% de água).

Deixar repousar 2 a 3 minutos e misturar com um berbequim com hélice, até obter uma massa homogénea.



Após a amassadura, estender sobre as peças a colar de forma a que a espessura da camada de cola não seja demasiado elevada.



Aplicar, pressionando durante alguns segundos.

## GESSO COLA B

### Temperatura de aplicação

O GESSO COLA B não deve ser aplicado a temperaturas inferiores a 5°C, nem superiores a 40°C.

---

### Água de amassadura

A água de amassadura deve ser potável e isenta de quaisquer impurezas e a sua temperatura deve situar-se entre 15 e 25°C, preferencialmente.

---

### Armazenamento em obra

O armazenamento em obra deve ser feito, de preferência, em local seco e medianamente ventilado, mantendo o produto nas embalagens de origem.

---

### Informações adicionais

Não adicionar quaisquer outros produtos ao GESSO COLA B, devendo este ser aplicado tal como é apresentado na sua embalagem de origem.

Uma melhor transferência entre a cola e os substratos onde se aplica é conseguida com a cola fluida.

Uma cola demasiado espessa ou aplicada sobre suportes ou peças demasiado húmidos, perde drasticamente a sua capacidade de aderência.

Para peças de peso ou dimensões consideráveis, recomenda-se a colagem dupla (suporte e peça). É igualmente importante que as peças e os suportes tenham uma boa área de contacto.

Humidificar os suportes muito absorventes, especialmente com tempo quente e seco.

Assim que a mistura começar a fazer presa, não pode mais ser utilizada.

---

### Embalagem

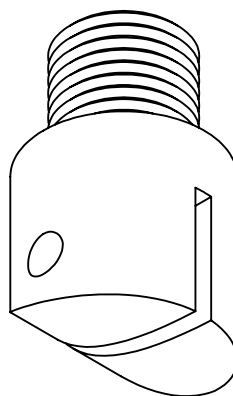
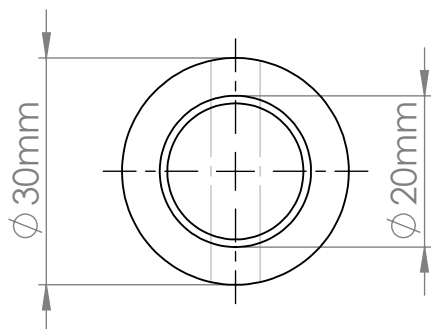
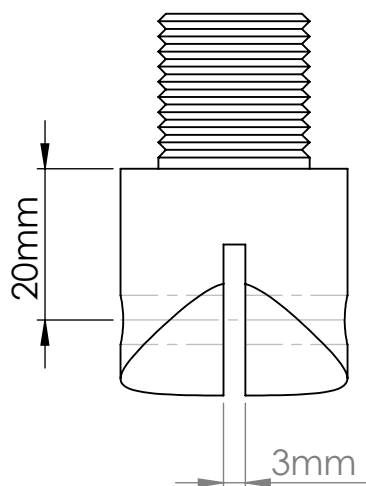
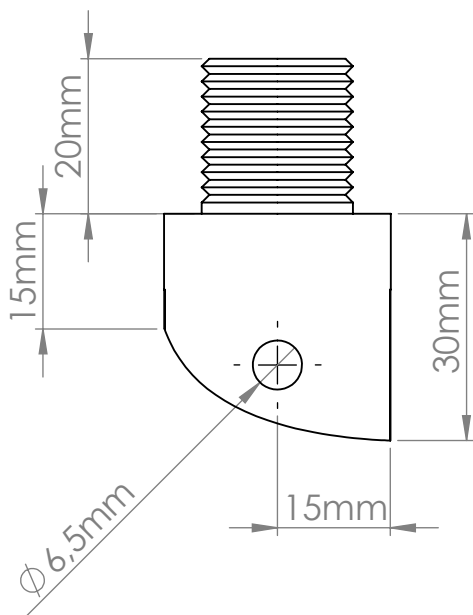
Sacos de papel de 25 kg.



---

Uma vez que as condições de manuseamento e aplicação dos nossos produtos estão fora do nosso controlo, a nossa responsabilidade limita-se unicamente à qualidade dos mesmos, não contemplando qualquer anomalia decorrente do seu uso inadequado.

## **APÊNDICE M - DESENHO PEÇA PARA ENSAIO DE TRAÇÃO**



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:			
DRAWN Diogo				23/05/2013					
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
Q.A						MATERIAL:		DWG NO.	
						Aço		Peça Ensaio Tração A4	
						WEIGHT:		SCALE:1:1	
								SHEET 1 OF 1	

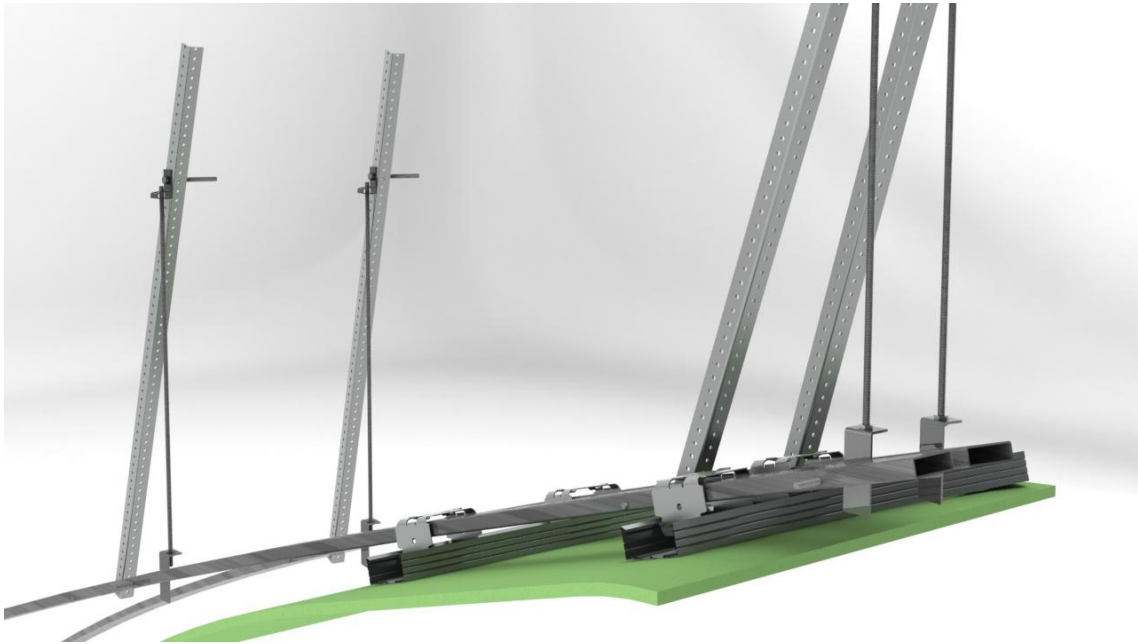
## **APÊNDICE N - DOSSIER CONFORMETAL**



## Estrutura para Abobada

Conformetal, Lda. – Diviminho Angola  
Conformetal – Industria Transformadora  
de Chapas, Lda  
[Escolher a data]

A Conformetal trabalhando em conjunto com a Diviminho Angola, propõe a seguinte estrutura para a abobada da obra da Assembleia (Angola):

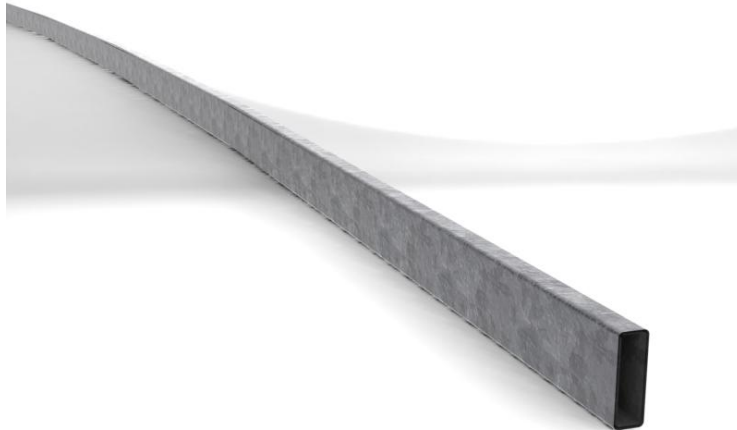


Esta estrutura é composta pelos seguintes elementos:

- Tubo Facar calandrado em Aço Galvanizado
- Perfil Metálico TC60 Calandrado em Aço Galvanizado
- Varão Roscado M6
- Cantoneira Nonius em L (Perfurada)
- Clip Sinard
- Peça L ou Peça em U
- Parafusos e porcas hexagonais (A decidir mediante a prototipagem)

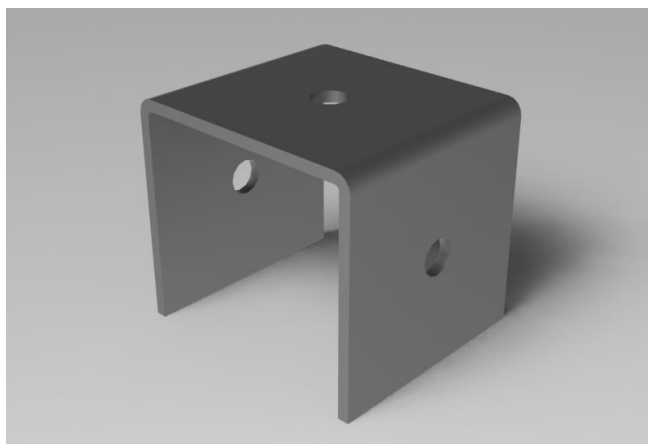


#### TUBO FACAR



Tubo de Perfil Rectangular de 40x15mm c/ 1,50mm de Espessura. Este tubo é produzido em aço galvanizado.  
Este tubo está limitado ao comprimento máximo de 6000mm, conseguindo assim um segmento estrutural máximo de 6000mm já calandrado.

#### PEÇA L OU PEÇA U



##### Peça L

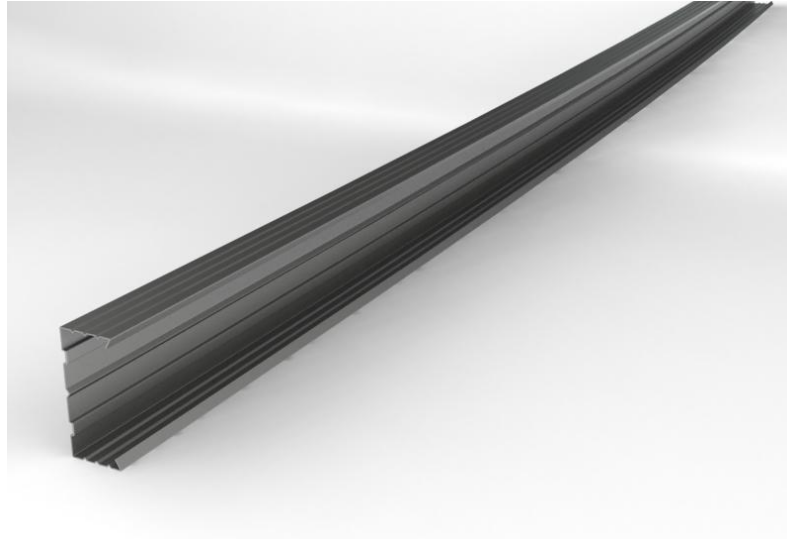
Esta peça é produzida em aço galvanizado de 1,50 ou 2,00mm de espessura. As suas dimensões são: 60x20x25mm sendo os 25mm a largura total da peça.

##### Peça U

Esta peça é igualmente produzida em aço galvanizado de 1,50 ou 2,00mm de espessura. As suas dimensões são: 45x40x45mm.

Ambas as peças têm furações para facilitar a aplicação de parafusos para tornar a estrutura mais robusta.

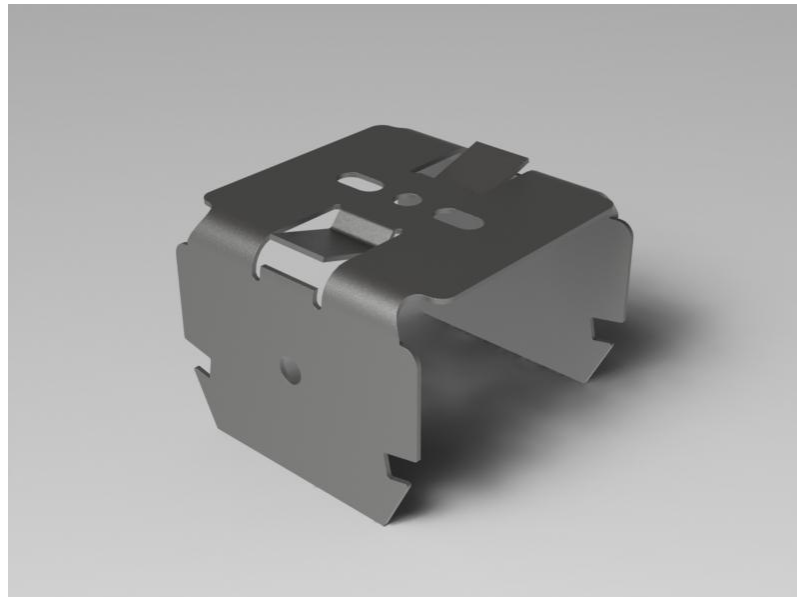
#### **PERFIL TC60**



Este perfil é produzido em aço galvanizado de 0,55mm de espessura. As suas dimensões base são 60x27mm.

Este perfil poderá ser produzido em comprimentos variáveis.

#### **PIVOT CRUZ TC60**



Peça produzida em aço Galvanizado de 1,00mm. Esta peça possui ainda furações que ajudam na aplicação de parafusos para tornar a estrutura mais robusta.

Com esta peça consegue-se criar uma estrutura dupla cruzada com o tubo facar e o perfil TC60.

#### **CANTONEIRA NONIUS L PERFURADA**



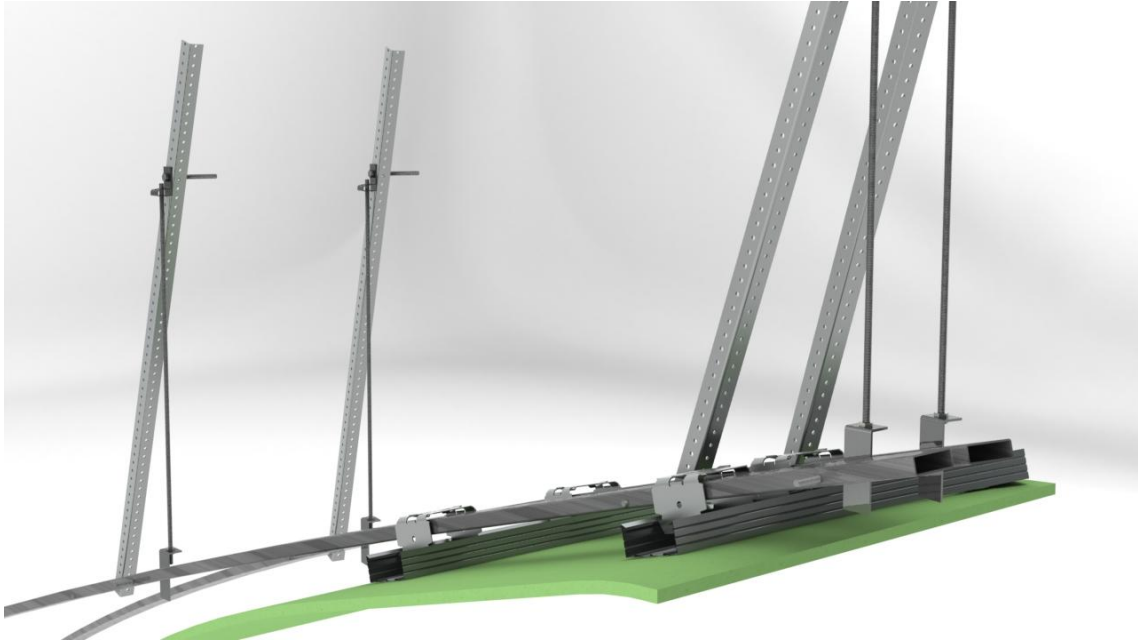
Cantoneira L Perfurada que ligará a estrutura da cúpula à estrutura do próprio edifício.

#### **CLIP SINARD**



Peça em aço que servirá para ligar o Varão Roscado M6 à Cantoneira Nonius.

### IMAGENS DE PORMENOR

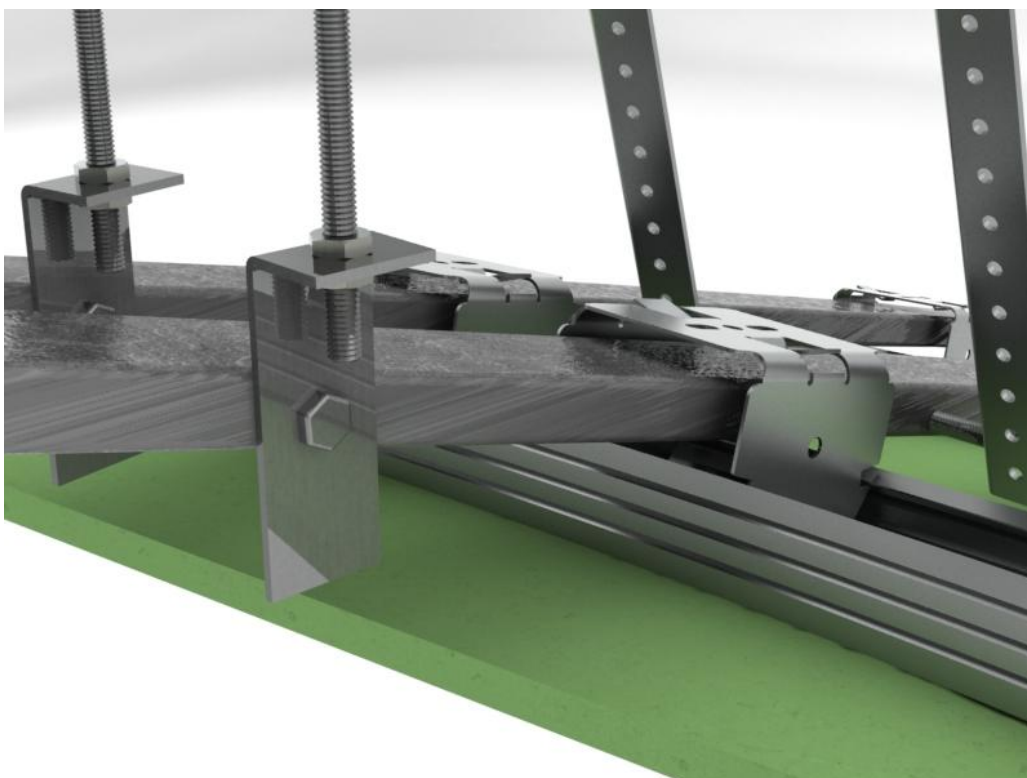
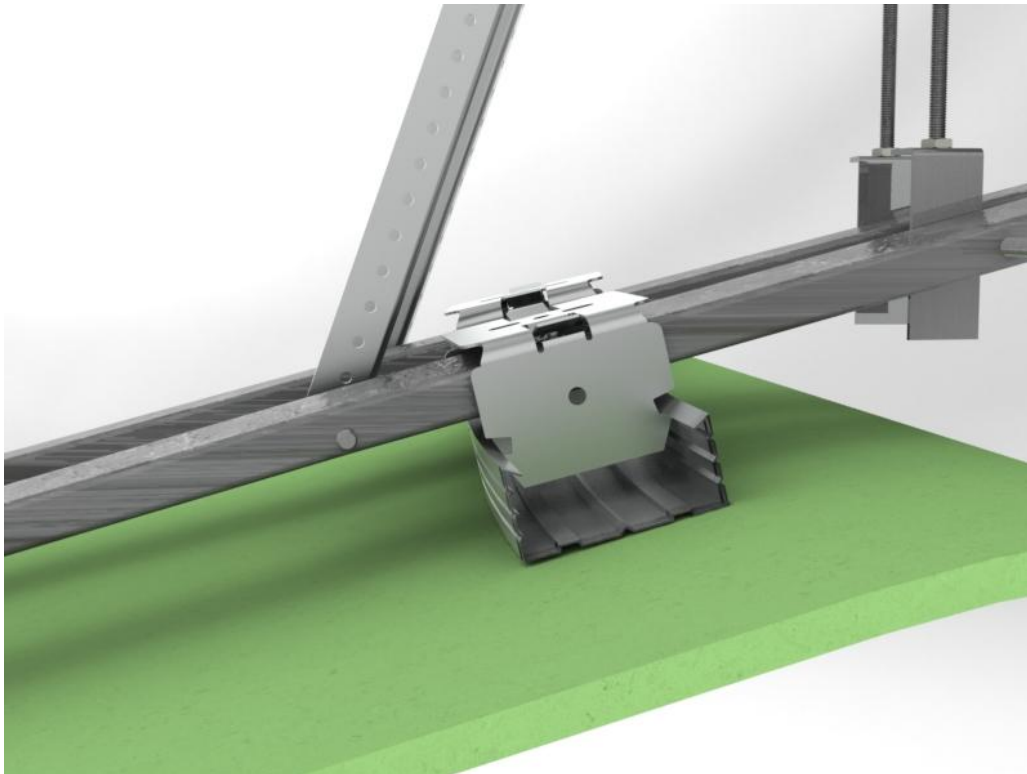


## Estrutura para Abobada

Componentes estruturais

Conformetal, Lda. – Diviminho Angola

---





## **APÊNDICE O - LISTA MATERIAL UTILIZADO NA OBRA**

# Material Assembleia Nacional de Angola


Descrição	UN	Quant. Total	Peso	Peso total
Tubo Rectangular em aço galvanizado - Calandrado 40x15x1,5 - 6000mm comprimento - RAO 21,82	ml	3870,00	1,2	4644,00
Tubo Rectangular em aço galvanizado - 6000mm comprimento - Recto	ml	1020,00	1,2	1224,00
Perfil TC60 - Calandrado - RAO 21,78 - Comprimento 3000mm	ml	8970,00	0,71	6368,70
Pivot Cruz TC60	UN	12600,00	0,063	793,80
Cantoneira Furada 28x28x2 Comprimento 3000mm	ml	3192,00	0,768	7354,37
Varão Roscado M6	ml	3080,00	0,167	514,36
Clip Sinard - Codigo 10013020 - Ref. 210	un	3200,00	0,025	80,00
Clip Sinard - Codigo 10013094 - Ref. 103-210	un	60,00	0,03	1,80
Clip Sinard - Codigo 10013003 - Ref. 102	un	420,00	0,03	12,60
Peça U 70x40x70	un	3200,00	0,086	275,20
Parafuso Sextavado M6 x 16mm	un	3200,00	0,011	35,20
Parafuso Sextavado Ø 6mm autoperfurante 16mm comprimento	un	24000,00	0,013	312,00
Parafuso Sextavado Ø 6mm autoperfurante 25mm comprimento	un	6400,00	0,014	89,60
Parafusos 25	un	89000,00	0,015	1335,00
Parafusos 35	un	7000,00	0,017	119,00
Parafusos autoperfurantes 9,5	un	23000,00	0,02	460,00
Broca para furar ferro de 5mm diametro	un	150,00		
Porcas M6	un	9600,00	0,002	19,20
Placa Normal de 12,5mm	m2	2454,00	9,1	22331,40
Placa Normal de 15mm	m2	2239,44	11,2	25081,73
Placa Normal de 18mm	m2	458,83	14	6423,62
Rolo Fita Papel	un	52,00		
Rolo Banda Armada	un	80,00		
Massa Juntas Lenta	kg	2913,16		
Canal 48mm	ml	1327,62	0,455	604,07
Canal 73mm	ml	840,28	0,55	462,15
Montante 70mm	ml	2722,39	0,635	1728,72
Buchas tap it	un	4000,00		
Cantoneira L 30x30	ml	2159,22	0,47	1014,83
Perfil TC47	ml	4860,00	0,74	3596,40
Pivot Cruz TC47 (ATENÇÃO: DIFERENTE DO HABITUAL VER FICHA TÉCNICA)	un	2814,00	0,034	95,68

Calculado	69696,79
Não Presente na estrutura	
Estimativa	2370,00
Estrutura Base	12910,63

Total 84977,42



## **APÊNDICE P - ENCOMENDA DE MATERIAL**

<div></div>	PLANO LOGÍSTICO Encomenda de Material						Pagina: 1 de 1 Data : 15-11-2012					
Obra: ASSEMBLEIA NACIONAL DE ANGOLA - TEIXEIRA DUARTE											Centro de Custo.: 0021060001	
Director de Obra : Jorge Áranes											Nº Sequencial:	
MATERIAL						Novembro		Dez-12		Falta Encomendar	Nota de Encomenda	
						Dia	Quant.	Dia	Quant.			
Art.	Descrição	UN	Quant. Total	Fabricante	Fornecedor							
	Tubo Rectangular em aço galvanizado - Calandrado 40x15x1,5 - 6000mm comprimento - RAI0 21,82	ml	3870,00		CONFORMETAL			20	3870,00			
	Tubo Rectangular em aço galvanizado - 6000mm comprimento - Recto	ml	1020,00		CONFORMETAL			20	1020,00			
	Perfil TC60 - Calandrado - RAI0 21,78 - Comprimento 3000mm	ml	8970,00	CONFORMETAL	CONFORMETAL			20	8970,00			
	Pivot Cruz TC60	un	12600,00	CONFORMETAL	CONFORMETAL			20	12600,00			
	Cantoneira Furada 28x28x2 Comprimento 3000mm	ml	3192,00					20	3192,00			
	Varão Roscado M6	ml	3080,00					20	3080,00			
	Clip Sinard - Codigo 10013020 - Ref. 210	un	3200,00					20	3200,00			
	Clip Sinard - Codigo 10013094 - Ref. 103-210	un	60,00					20	60,00			
	Clip Sinard - Codigo 10013003 - Ref. 102	un	420,00					20	420,00			
	Peca U 70x40x70	un	3200,00	CONFORMETAL	CONFORMETAL			20	3200,00			
	Parafuso Sextavado M6 x 16mm	un	3200,00					20	3200,00			
	Parafuso Sextavado Ø 6mm autoperfurante 16mm comprimento	un	24000,00					20	24000,00			
	Parafuso Sextavado Ø 6mm autoperfurante 25mm comprimento	un	6400,00					20	6400,00			
	Parafusos 25	un	89000,00					20	89000,00			
	Parafusos 35	un	7000,00					20	7000,00			
	Parafusos autoperfurantes 9,5	un	23000,00					20	23000,00			
	Broca para furar ferro de 5mm diametro	un	150,00					20	150,00			
	Porcas M6	un	9600,00					20	9600,00			
	Placa Normal de 12,5mm	m2	2454,00	Knauf	Knauf			20	2454,00			
	Placa Normal de 15mm	m2	2239,44	Knauf	Knauf			20	2239,44			
	Placa Normal de 18mm	m2	458,83	Knauf	Knauf			20	458,83			
	Rolo Fita Papel	un	52,00					20	52,00			
	Rolo Banda Armada	un	80,00					20	80,00			
	Massa Juntas Lenta	Kg	2913,16					20	2913,16			
	Canal 48mm	ml	1327,62					20	1327,62			
	Canal 73mm	ml	840,28					20	840,28			
	Montante 70mm	ml	2722,39					20	2722,39			
	Buchas tap it	un	4000,00					20	4000,00			
	Cantoneira L 30x30	ml	2159,22					20	2159,22			
	Perfil TC47	ml	4860,00					20	4860,00			
	Pivot Cruz TC47 (ATENÇÃO: DIFERENTE DO HABITUAL VER FICHA TÉCNICA)	un	2814,00					20	2814,00			

\* Riscar o que não se aplica

OBSERVAÇÕES:

Preencher apenas as zonas a sombreado

## **APÊNDICE Q - MANUAL DE MANUTENÇÃO**



# MANUAL UTILIZADOR

*Aplicado à Cúpula Assembleia de Angola*

Diogo João Nicolau Barbosa

Oleiros, Dezembro de 2012

## Índice

Perfis metálicos para construção .....	4
Tipos de cargas.....	5
Realizar furo perfeito.....	6
Cargas em tetos.....	7
Decoração .....	8
Manutenção e pequenas reparações .....	10
Tipo de Fixações.....	13
Precauções.....	16
Proibições.....	16
Características Gesso Cartonado.....	16

Os vários elementos que constituem os sistemas gessos cartonado podem ser combinados de forma a criar peças básicas da alvenaria interior, existindo um sistemas diferentes para cada uso. Os elementos que constituem os estes sistemas são: placas de gesso laminado - recobertas por duas camadas de celulose especial multifolha, apresentadas em forma de tabuleiros de diferentes espessuras. É um material agradável ao tato, cálido, não inflamável, que pode ser cortado, aparafusado, furado, pregado, colado e decorado com grande facilidade e que, além disso, é resistente ao fogo, isolante térmico e acústico e regulador de humidade; os montantes e os canais são de aço galvanizado e dão solidez e consistência ao sistema e a lã mineral reforça o acondicionamento acústico e térmico.

Os tetos suspensos são formados por uma estrutura portante de perfis resistentes de aço devidamente suspensa da lage do edifício e, sobre a qual, se aparafusam a(s) placa(s). Os seus paramentos têm um acabamento liso e contínuo à base de um tratamento especial nas suas juntas e parafusos, o que lhe permite qualquer tipo de decoração final.

## **Perfis metálicos para construção**

Os desempenhos dos trabalhos em obra estão diretamente ligados à qualidade dos perfis e à sua respectiva aplicação.

As obras em placas de gesso sobre perfis metálicos são sistemas que apresentam características técnicas eficientes.

Apesar da existência de normas, que fixam valores nominais dos perfis metálicos, certos industriais procuram diminuir consideravelmente as características dimensionais dos seus perfis e a qualidade da proteção, sem estar a analisar as consequências para o comportamento mecânico e o desempenho dos trabalhos em obras.

Esta diminuição voluntária tem, em princípio, uma razão económica.

### **Dificuldades de aplicação em obra**

Torção dos perfis – a utilização de perfis cuja espessura é claramente inferior a 0,6, provoca dificuldades para o colocador, desde a manipulação, posicionamento e até à fixação por parafusos das placas de gesso sobre as abas dos montantes. A diminuição da resistência mecânica, consequência da redução da espessura, pode estar ligada a deformações residuais dos perfis, o que se traduz numa obra mal terminada e de reduzida qualidade. A perda de tempos sobre as obras é significativa e real, mas não fácil de quantificar.

Quotas de perfis não respeitadas – uma boa aposta de aplicação em obra resultam de uma boa escolha de produtos, propostos em dimensões e quotas adaptadas à obra. A garantia das tolerâncias é uma garantia de trabalho bem feito.

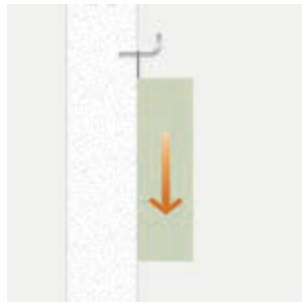
Insuficiência das perfurações para a passagem de cabos – existem constrangimentos igualmente para a passagem de cabos e de canalizações, quando as perfurações de dois montantes apoiados não correspondem. Os cortes de perfis nas obras e as perfurações são sinónimos de perdas de material e de tempo.

## Tipos de cargas

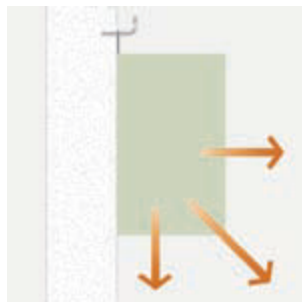
Os sistemas em gesso oferecem muitas vantagens. Entre elas, a facilidade, a rapidez e a limpeza com que se podem instalar, sobre a sua superfície, as buchas para fixar objetos ou cargas para decoração ou outros usos. A facilidade e fiabilidade destas operações vai surpreendê-lo. Em primeiro lugar, vejamos os elementos que desejamos instalar, em função do seu peso, uso e volume.

### Cargas por volume

» Carga rasante, os objetos que estão juntos à parede sem sobressair excessivamente dela, transmitem aos paramentos uma carga rasante, isto é, submetem à parede uma pressão para baixo



» Carga excêntrica, os objetos que têm certo volume, ou que sobressaem, transmitem uma carga excêntrica que, além de submeterem a parede a uma pressão para baixo, puxam da parede para fora.

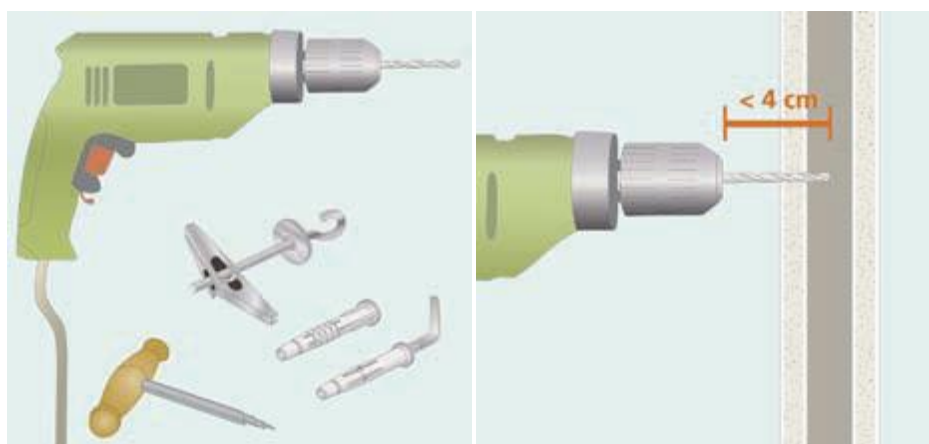




## Realizar furo perfeito

Realize as perfurações para instalar as buchas com um berbequim elétrico, utilizando brocas de aço rápido. Escolha uma broca que tenha o mesmo diâmetro da bucha a instalar. Em caso de dúvidas, é sempre preferível realizar uma perfuração um pouco mais estreita do que a bucha.

As brocas devem ter menos de quatro centímetros de comprimento útil. Se utilizar uma mais comprida, fique muito atento para não ultrapassar esta distância. Para colocar buchas muito pequenas de plástico, pode utilizar pequenos berbequins manuais.



Não tente nunca fazer perfurações sem broca nem berbequim – por exemplo, utilizando uma chave de fendas ou outro elemento pungente – uma vez que ficariam furos deformados e as buchas não conseguiriam adaptar-se corretamente.



## Cargas em tetos

Em todos os casos devem utilizar-se fixações ou buchas do tipo inclinação, balancim, mola, ou guarda-chuvas de tamanho grande.

### Cargas até 3 Kg.

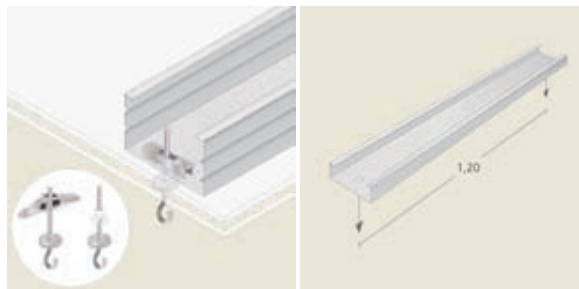
Pendure-os da própria placa, utilizando as buchas. As fixações devem ir separadas pelo menos 40 cm entre elas.



### Cargas entre 3 e 10 Kg.

Devem ser fixadas aos perfis metálicos que recorrem o interior dos tetos. A separação de fixações numa mesma linha de perfil será de pelo menos 1,20 m.

Utilize buchas iguais às indicadas anteriormente.



### Cargas superiores a 10 Kg

Estas cargas devem ser fixadas a laje do edifício ou à estrutura base.



## Decoração

Pintar, forrar de papel ou de azulejos é uma tarefa simples e mais vistoso do que nas paredes convencionais.

### Com pintura

Para pintar uma superfície em gesso, faça exatamente igual do que em qualquer outro tipo de paredes ou tetos. É necessário imprimir previamente a superfície. Assim, o paramento terá a mesma textura em toda a superfície e permitir-lhe-á um melhor acabamento. Além disso, irá facilitar os trabalhos posteriores de manutenção.

Em caso da superfície já estar pintada mas desejar renovar ou mudar a pintura, faça da seguinte forma:

» Se a pintura existente for a têmpera lisa, picada ou gotelet, deverá humedecer levemente a superfície com uma broxa e água limpa. A seguir, levante cuidadosamente a pintura antiga com uma espátula.

Deixe secar a superfície. Barre os pequenos estragos que possam ter ocorrido. Deixe secar e lixe levemente a superfície. Aplique uma mão de imprimadura. A seguir, já pode voltar a pintar ou decorar.

» Quando a pintura que se pretende renovar for plástica, esmalte sintético ou a óleo, deverá levantar apenas as zonas onde se estiver solta ou formar bolsas. Barre as zonas danificadas, lixe e aplique uma camada de imprimadura antes de aplicar a nova pintura.

Recorde que para obter um bom acabamento, deverá aplicar pelo menos duas mãos de pintura, tendo o cuidado de aplicar a segunda mão de forma perpendicular à primeira.



### Com papel pintado ou tecido

Antes de forrar com papel é muito importante imprimir previamente toda a superfície. Assim, se no futuro desejarmos retirar o papel, o trabalho será muito mais simples. É óbvio que poderá colocar-se qualquer tipo de papel.

Se a superfície já está forrada com papel e deseja retirar o mesmo, quer seja para voltar a forrar ou então para mudar o tipo de decoração, betume a parede como foi indicado para retirar a pintura a têmpera. Pouco a pouco, o papel vai levantar-se. Retire-o suavemente com a ajuda de uma espátula.

Revise os estragos da superfície, lixando levemente e, se for necessário, aplique uma imprimação. Já pode voltar a decorar como desejar. Para forrar a tecido proceda normalmente como em qualquer outro

tipo de parede. Pode forrar a tecido utilizando ou não um moletão de base.



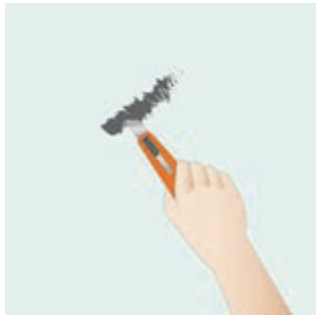
## **Manutenção e pequenas reparações**

Manter em perfeito estado as superfícies, ou reparar pequenos estragos produzidos pelo uso diário, é uma tarefa simples. Siga estas instruções e estarão sempre como no primeiro dia.

### **Para pequenas reparações**

Se ocorrerem estragos de pouca consideração, tais como raspões ou lascas, nos quais apenas ficou danificada a superfície, a reparação será muito simples.

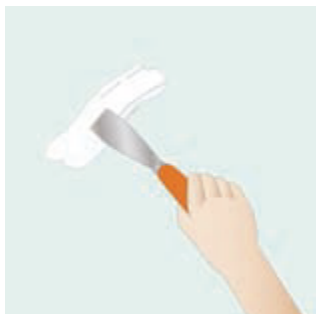
1. Raspe com uma faca a parte danificada para eliminar os restos de celulose solta e o possível gesso estragado.



2. Aplique uma imprimadura para pintura ou uma dissolução seladora para preparar a superfície.



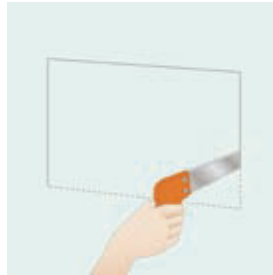
3. Remate o trabalho aplicando, com uma espátula, um betume normal. Se a superfície for algo extensa, recomendamos-lhe a massa de juntas.



### Para reparações em que é necessário substituir a placa

Tanto se tiver de substituir uma superfície um pouco extensa, como se tem de realizar uma reparação importante – por exemplo, substituir ou reparar uma canalização – recomendamos-lhe seguir estes passos:

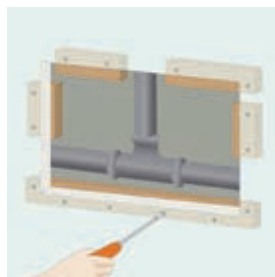
1. Corte a placa com uma serra de ponta ou de recortes na zona danificada ou onde tenha ocorrido a avaria.



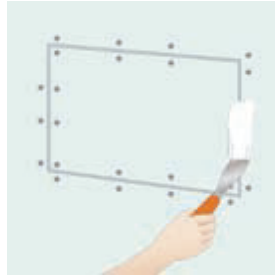
2. Faça a reparação, se for o caso, da possível avaria (recorde que pode escolher, no momento de cortar a placa, o paramento que precisar de menos arranjos).



3. Cerque interior do buraco com perfis ou peças de madeira, deixando à vista metade delas. Aparafuse bem estas peças à placa colocada.



4. Coloque sobre o buraco uma peça de placa (se a anterior apenas tinha ficado molhada, deixe-a secar e depois poderá colocá-la). Aparafuse-a às peças de madeira. A seguir, com uma faca, faça uma chanfradura à volta da junta e betume. Se o buraco a cobrir for grande, reforce-o com fita de papel e remate com a massa de juntas.



### Manutenção pelo utilizador/responsável da manutenção

Todos os anos:

Revisão do estado de conservação para detetar anomalias ou defeitos como fendas, deterioração dos perfis de fixação e estado das juntas perimetrais de dilatação. Todas estas fendas podem ser tratadas por um técnico credenciado na área ou por uma equipa de manutenção. Algum corte na placa de gesso cartonado pode ser feito, recorrendo a uma ferramenta de corte, visto que depois podemos colocar nova placa, obtendo um acabamento final bom.

Limpeza através da aspiração das placas de gesso laminado.

## Tipo de Fixações

Para a sua comodidade, oferecemos aqui uma relação completa relação das buchas e das fixações que pode utilizar nestes sistemas, assim como o seu processo de instalação e funcionamento. Escolha cuidadosamente o modelo e o tamanho mais adequado em função do objeto a colocar. Assim, as suas instalações serão perfeitas e duradouras.

### Fixação de quadros X

Recomendado para cargas de 5 Kg máximo, para os que têm apenas um prego, 10 Kg para os que têm dois, e 15 Kg para os que têm três pregos.  
Apenas para cargas fixas e rasantes.



### Tulipa

Recomendado para cargas até 5 Kg por ponto.  
Apenas para cargas fixas e rasantes.



### Cavilhas Plástico normais

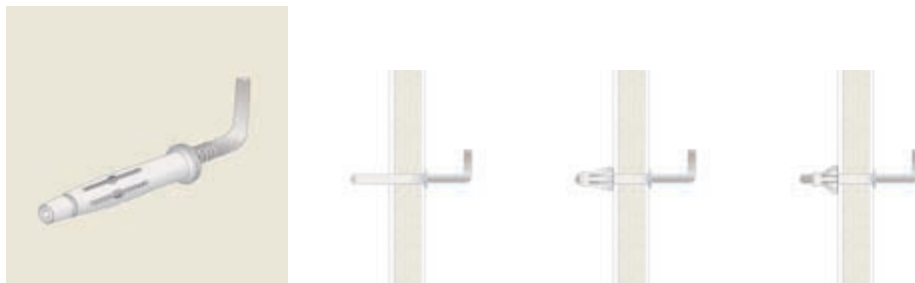
Recomendadas para cargas entre 5 e 10 Kg por ponto segundo o diâmetro.  
Apenas para cargas fixas e rasantes





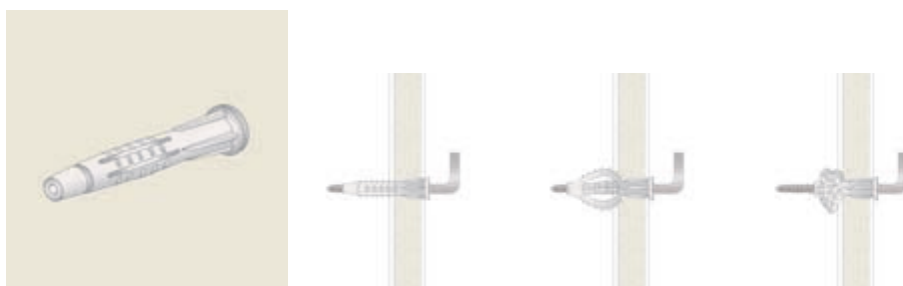
### Buchas guarda-chuvas

Recomendados para cargas entre 10 e 30 Kg por ponto, segundo o diâmetro e em tetos.  
Para cargas móveis e fixas.



### Buchas nós ou dobráveis

Recomendado para cargas entre 10 e 25 Kg por ponto, dependendo do diâmetro.  
Para cargas móveis e fixas.



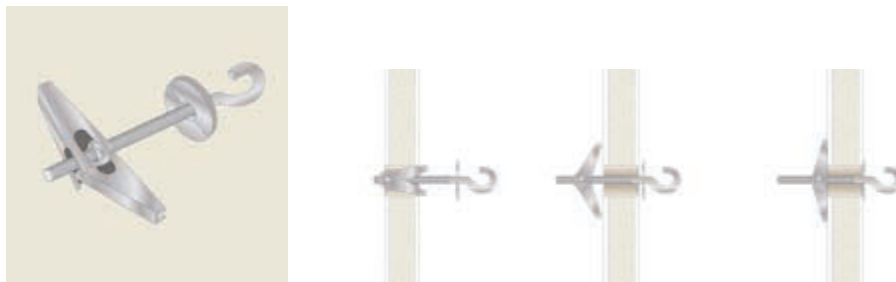
### Plástico braçadeira ou “patas”

Recomendados para cargas entre 10 e 15 Kg por ponto, segundo os modelos.  
Para cargas fixas e móveis.



## Mola

Recomendado para pendurar no teto.



## Balancim ou báscula

Recomendado para pendurar no teto.



## Cavilhas auto-perfurantes

Para placas de 19 mm ou mais e paramentos com duas ou mais placas.  
Para cargas fixas e rasantes.



## **Precauções**

Deverá evitar-se submeter os tetos com revestimento de placas de gesso laminado a uma humidade relativa habitual superior a 70% ou ao salpicado frequente com água.

Evitar-se-ão golpes e atritos com elementos pesados ou rígidos.

## **Proibições**

Não serão suspensos elementos pesados nas placas nem nos perfis de fixação ao teto mas sim no suporte resistente. Caso se pretenda instalar algum componente que não está previsto, deve-se contactar o projetista responsável pela estrutura, se possível. Caso este contato não seja possível, deve-se procurar sempre apoiar este componente na estrutura, sabendo das limitações de cargas desta, e nunca acoplar nada à placa de gesso.

## **Características Gesso Cartonado**

### Conforto térmico

As propriedades das placas de gesso cartonado, da própria chapa e acima de tudo, de um possível isolante que possa levar, contribuem para regular e estabilizar a temperatura. Dessa forma o ambiente fica mais agradável para todas as estações.

### Isolamento acústico

Este tipo de revestimento oferece bom isolamento acústico. Além de ser utilizado em habitações, é utilizado em salas de concerto, cinemas, edifícios públicos. A proteção sonora de uma parede em gesso cartonado é no mínimo igual à de alvenaria. Mas o gesso cartonado ainda permite composições de duas ou mais placas de gesso com lã mineral, para atender às mais exigentes especificações de isolamento acústico.

### Manutenção

A manutenção é mais fácil em gesso cartonado do que em paredes de alvenaria. Em gesso cartonado, pela própria natureza da tecnologia. As instalações elétricas e hidráulicas passam pelo interior das paredes, agilizando o acesso. Os reparos são facilmente executados, sem “quebra-quebra” da parede ou do piso.

### Custo Instalação

O gesso cartonado oferece mais economia que a parede de alvenaria. A execução é rápida, limpa e realizada por profissionais especializados, sem desperdícios nem custos com remoção de entulho.

### Resistência

As estruturas metálicas são fabricadas em aço galvanizado para garantir a resistência do gesso cartonado aos impactos normais do dia-a-dia. O sistema é testado em laboratório dentro dos mais rígidos critérios, para que o Gesso Acartonado suporte, com toda a segurança, portas, armários, estantes etc. Existem também diferentes densidades de placas de gesso bem como espessuras, para assim aumentar a resistência da estrutura/superfície.

### NOTAS:

- » Pode comprar facilmente estas fixações em lojas de ferragens, grandes superfícies e lojas especializadas em bricolage.
- » Todos os valores de cargas e escolhas de buchas que são indicados neste manual referem-se a trabalhos em paramentos formados por uma placa (de 13 mm ou mais). Se encontrar paramentos formados por mais placas, siga também as limitações e escolhas de buchas que estiverem indicadas.

**APÊNDICE R - ESTUDO COMPORTAMENTO PERFIS A  
SOLICITAÇÕES EXTERNAS**

# *Estudo comportamento perfis a solicitações externas*



Diogo Barbosa

Centro de Negócios Oleiros, Novembro 2012

## Conteúdo

Canal 36mm .....	5
Canal 36mm sujeito á flexão .....	5
Canal 36mm sujeito á compressão .....	6
Canal 36mm sujeito á tracção.....	7
Canal 48mm .....	8
Canal 48mm sujeito á flexão .....	8
Canal 48 mm sujeito á compressão .....	9
Canal 48mm sujeito á tracção.....	10
Canal 70mm .....	11
Canal 70mm sujeito á flexão .....	11
Canal 70 mm sujeito á compressão .....	12
Canal 70mm sujeito á tracção.....	13
Canal 90mm .....	14
Canal 90mm sujeito á flexão .....	14
Canal 90 mm sujeito á compressão .....	15
Canal 90mm sujeito á tracção.....	16
Montante 36 mm .....	17
Montante 36 mm sujeito á compressão .....	17
Montante 36mm sujeito á tracção.....	18
Montante 48mm .....	19
Montante 48mm sujeito á flexão.....	19
Montante 48 mm sujeito á compressão .....	20
Montante 48mm sujeito á tracção.....	21
Montante 70mm .....	22
Montante 70mm sujeito á flexão.....	22
Montante 70 mm sujeito á compressão .....	23
Montante 70mm sujeito á tracção.....	24
Montante 90 mm .....	25
Montante 90 mm sujeito á compressão .....	25
Montante 90mm sujeito á tracção.....	26
Perfil Omega.....	27
Perfil ómega sujeito à flexão .....	27
Perfil U.....	28

Perfil U sujeito a compressão.....	28
Perfil U sujeito a tracção. ....	30
Cantoneira Norius .....	31
Cantoneira Norius sujeito a fleccção. ....	31
Cantoneira Norius sujeito a compressão. ....	32
Cantoneira Norius sujeito a tracção.....	33
Varão Roscado M6 .....	34
Varão roscado M6 sujeito á compressão .....	34
Varão roscado M6 sujeito á tracção .....	36
Pivot 48mm .....	37
Pivot 48mm sujeito à compressão .....	37
Pivot 48mm sujeito à tracção.....	38
Estrutura tecto TC47 .....	39
Estrutura tecto TC60 .....	41
Esrtutura cantoneira L.....	43
Perfil TC 47mm Curvo.....	44
Estrutura TC 60mm Curvo .....	45
Canal 100mm .....	46
Canal 100mm sujeito á flexão .....	46
Canal 100mm sujeito á compressão .....	47
Canal 100 mm sujeito á tracção .....	48
Montante 100mm .....	50
Montante 100mm sujeito á flexão.....	50
Montante 100 mm sujeito á compressão .....	52
Montante 100 mm sujeito á tracção.....	53
Conclusões .....	55



Todos os canais e montantes são fabricados em aço galvanizado, com uma tensão de cedência de 375MPa, espessura aproximada de 0,55mm seguindo a norma EN 10327:2004. Esta análise foi feita para um teste com carga de 3000N verificando o comportamento do componente á tracção e á flexão. Para este estudo, o perfil sujeito a testes, apenas encontra-se encastrado nas extremidades, sem nenhum apoio, o que não é a realidade em obra.

## Canal 36mm

### Canal 36mm sujeito á flexão

Massa canal 36 mm: 1,206 kg

Tensão de cedência: 203,943MPa

Encurvadura (segundo YY): 62,91mm

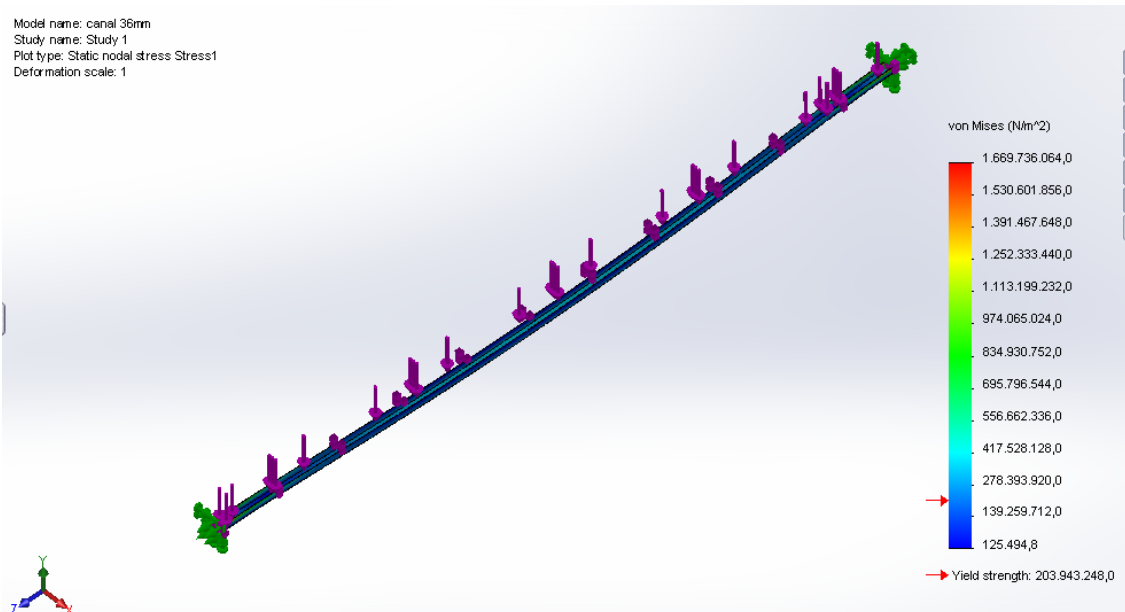


Fig. 1 – Tensão máxima á flexão

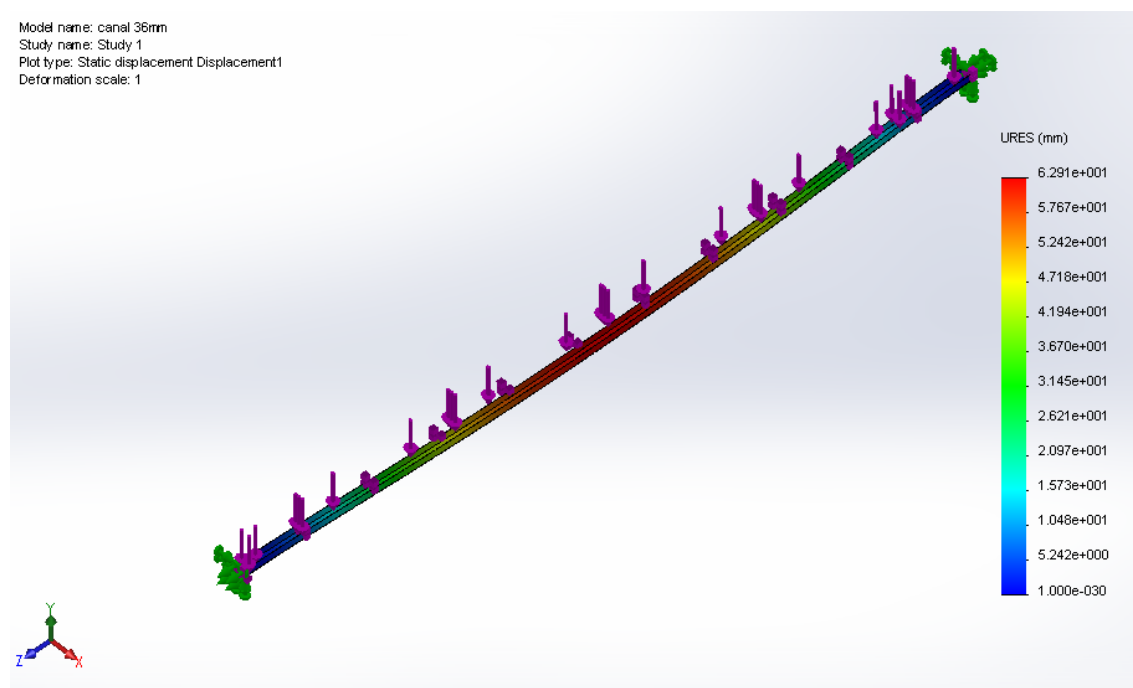


Fig 2. – Deslocamento canal quando sujeito a flexão

### Canal 36mm sujeito á compressão

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo ZZ): 0,883 mm

Tensão máxima compressão: 65,415 MPa

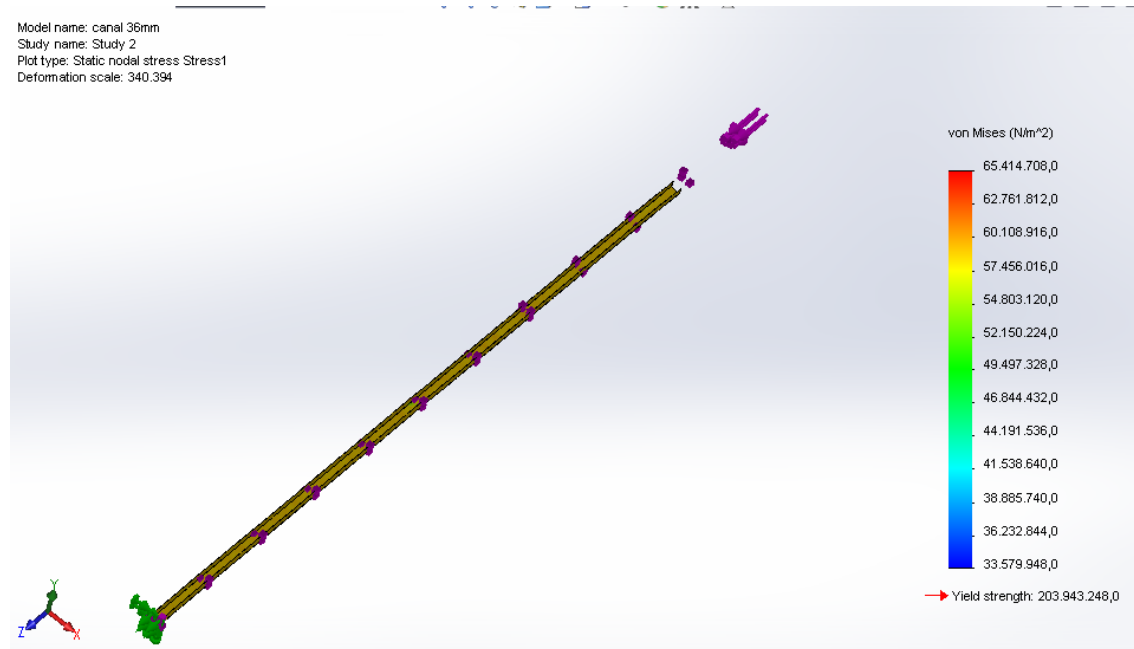


Fig .3 – Tensão máxima á compressão

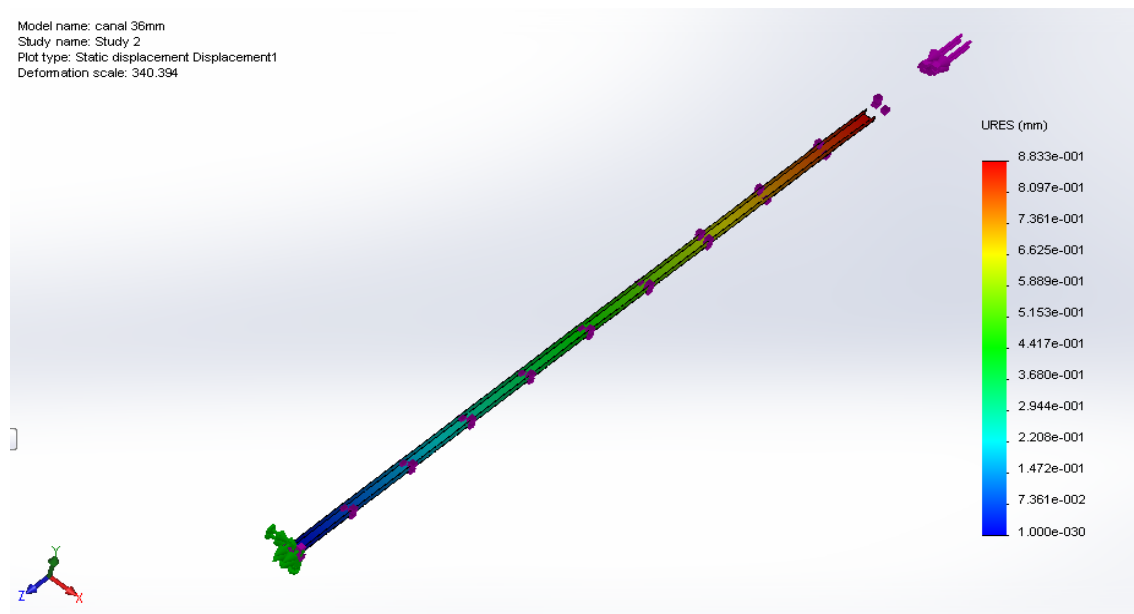


Fig 4- Deslocamento canal quando sujeito compressão

## Canal 36mm sujeito á tracção

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo ZZ): 0,8835 mm

Tensão máxima tracção : 65,632 MPa

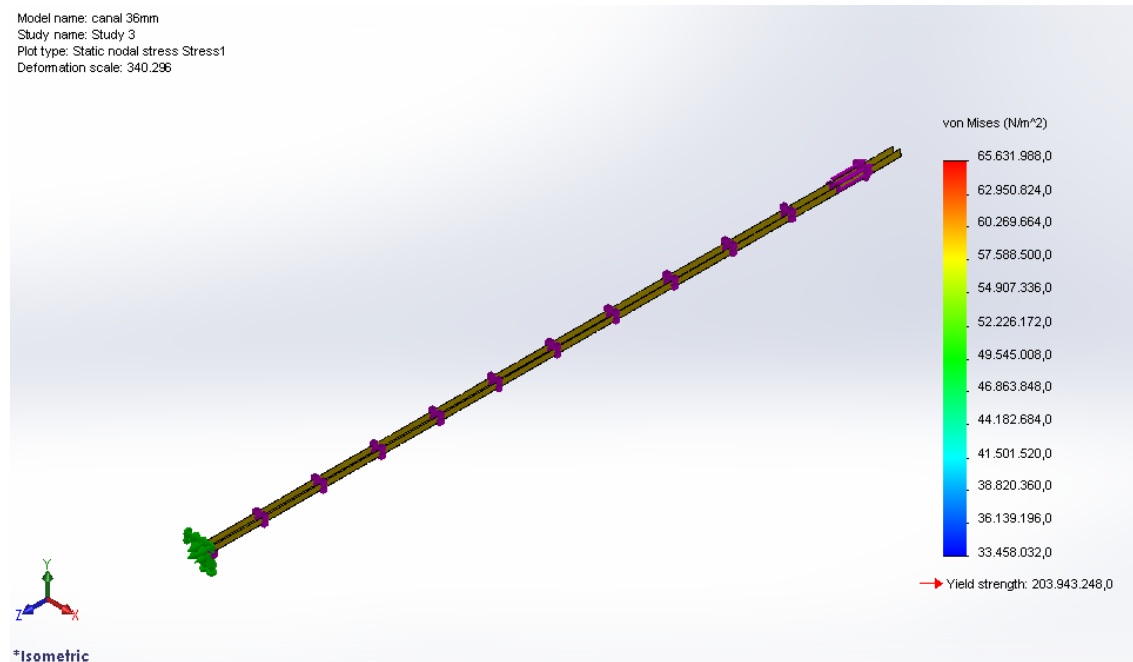


Fig.5 – Tensão máxima á compressão

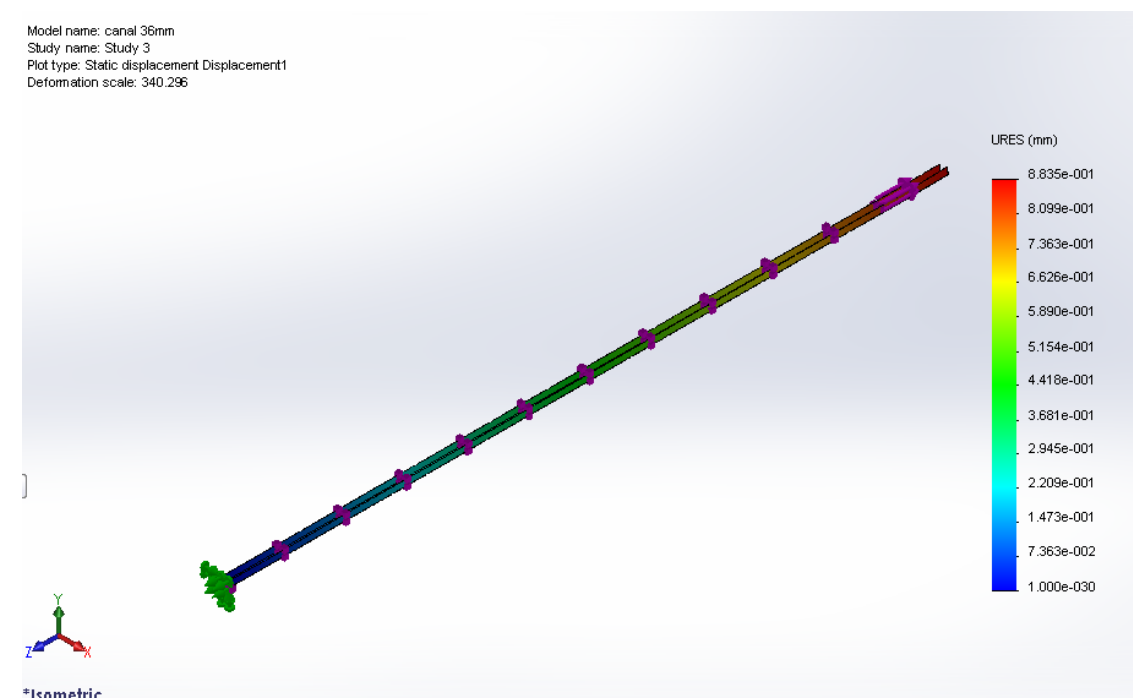


Fig 6- Deslocamento canal quando sujeito flexão

## Canal 48mm

### Canal 48mm sujeito á flexão

Massa canal 48 mm: 1,362 kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Encurvadura (segundo YY): 60 mm

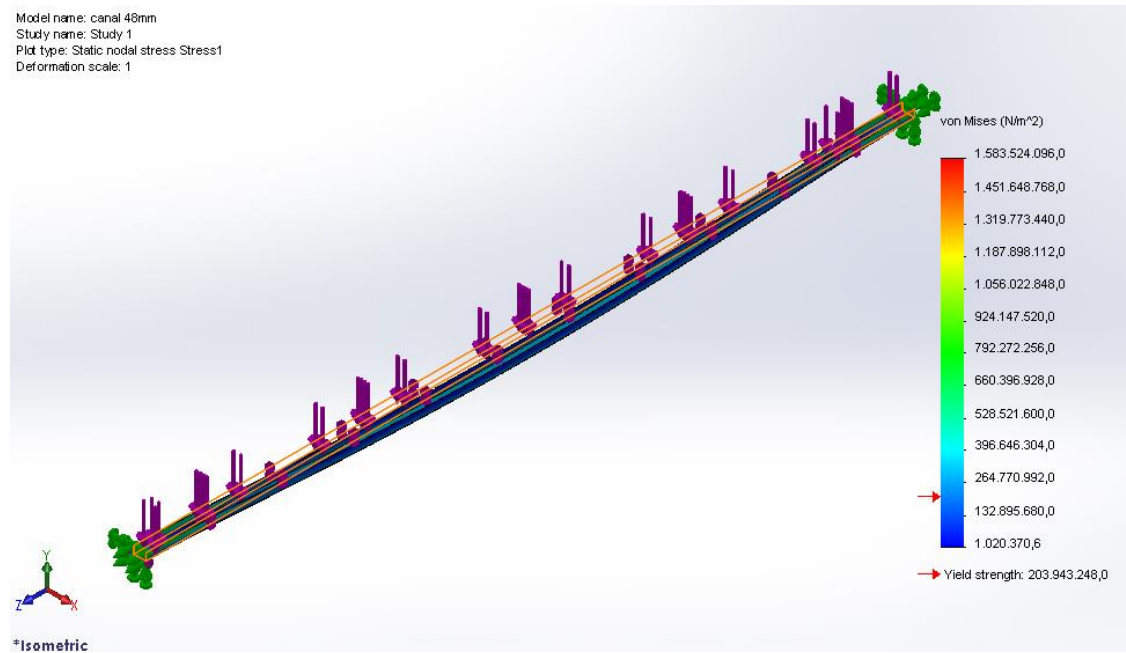


Fig. 7 – Tensão máxima á flexão

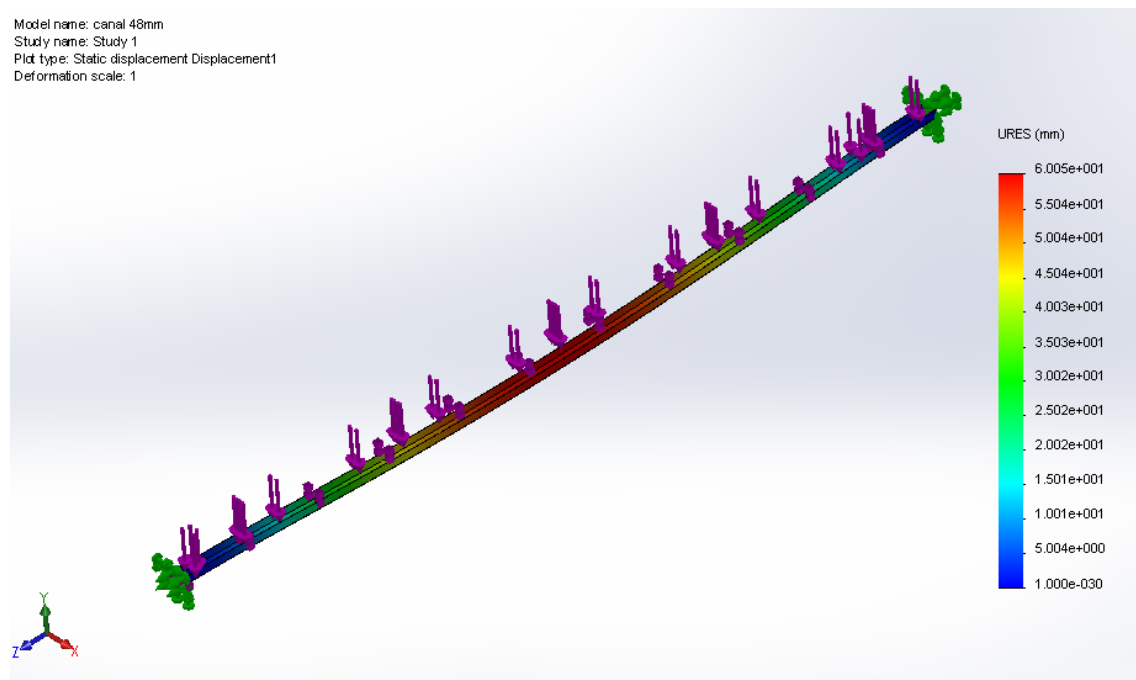


Fig. 8 – Deslocamento canal quando sujeito a flexão

## Canal 48 mm sujeito á compressão

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo ZZ): 0,8972mm

Tensão máxima compressão: 56,308 MPa

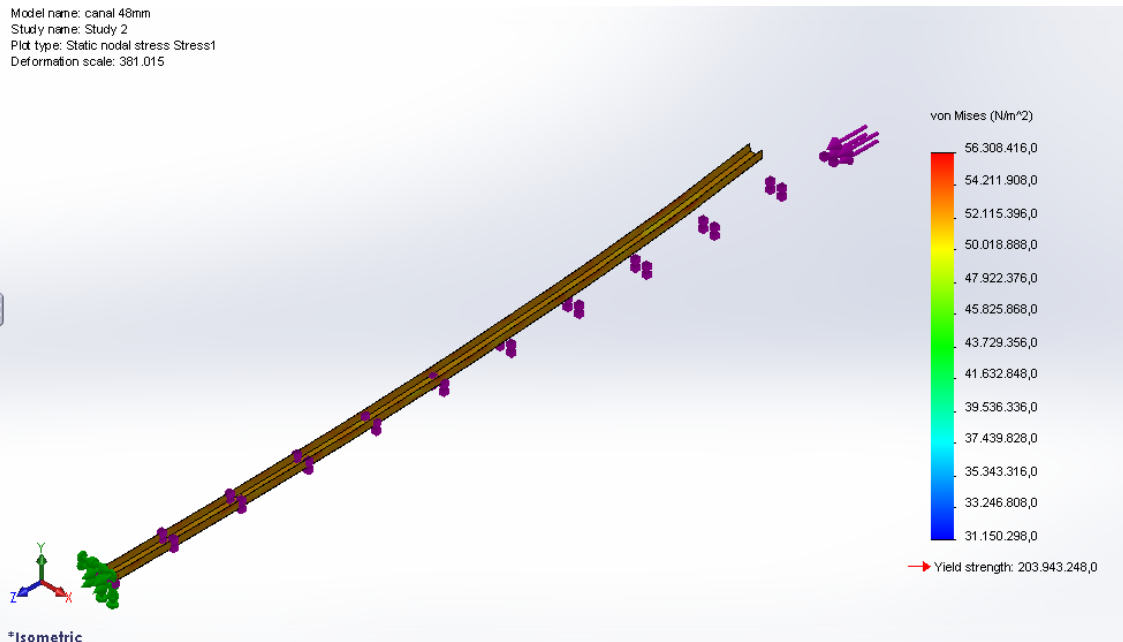


Fig. 9 – Tensão máxima á compressão

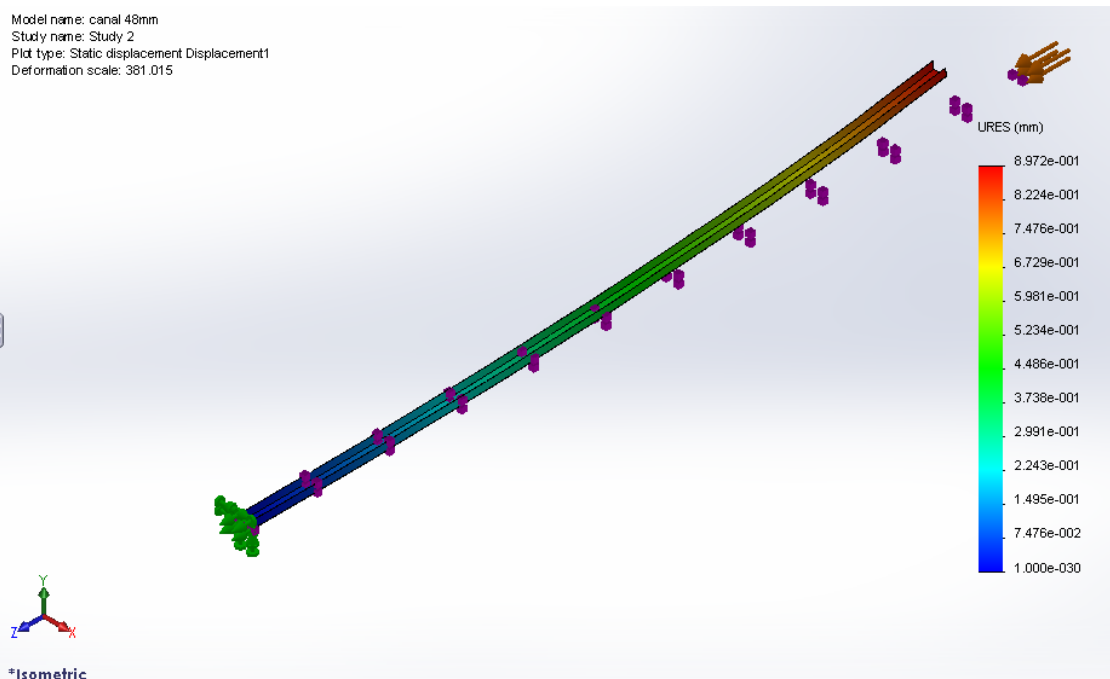


Fig. 10 - Deslocamento canal quando sujeito compressão

## Canal 48mm sujeito á tracção

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo ZZ): 0,8972 mm

Tensão máxima tracção : 56,308 MPa

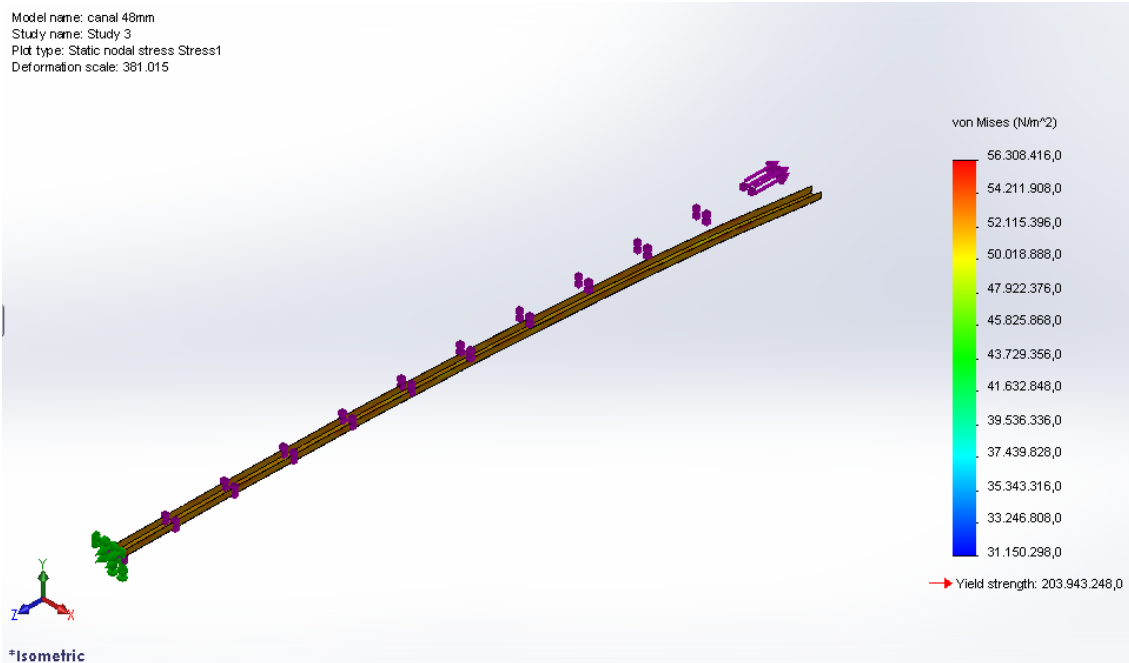


Fig.11 – Tensão máxima á compressão

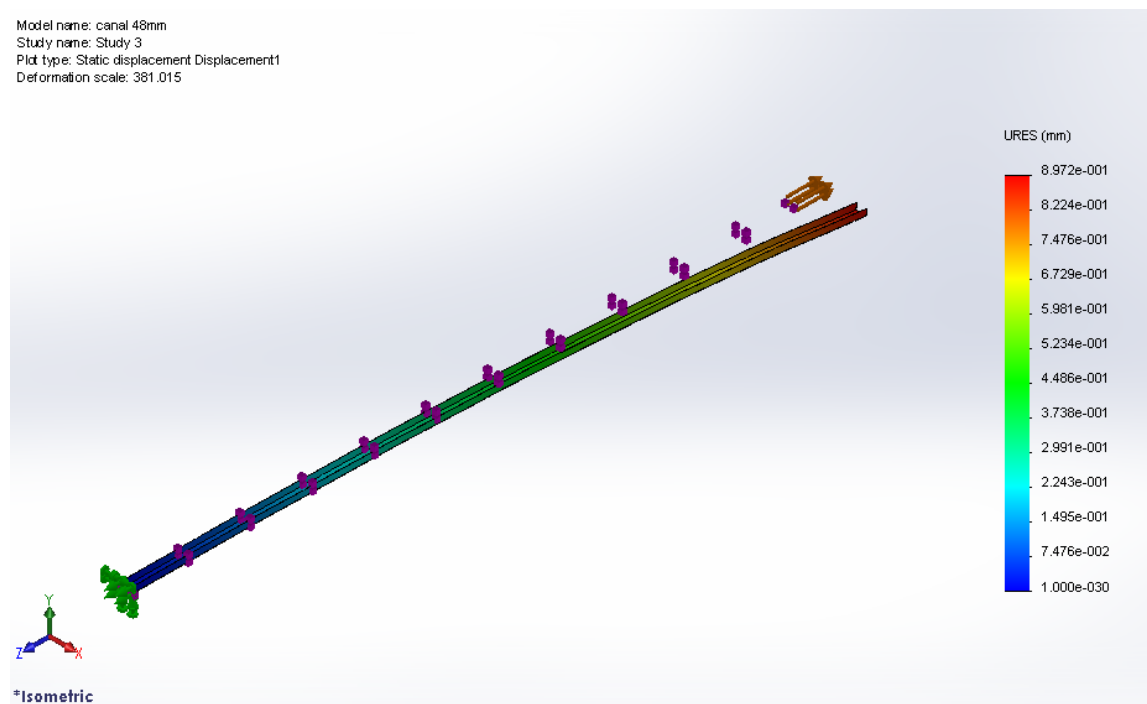


Fig. 12- Deslocamento canal quando sujeito flexão

## Canal 70mm

### Canal 70mm sujeito á flexão

Massa canal 70 mm: 1,647 kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Encurvadura (segundo YY): 56,11mm

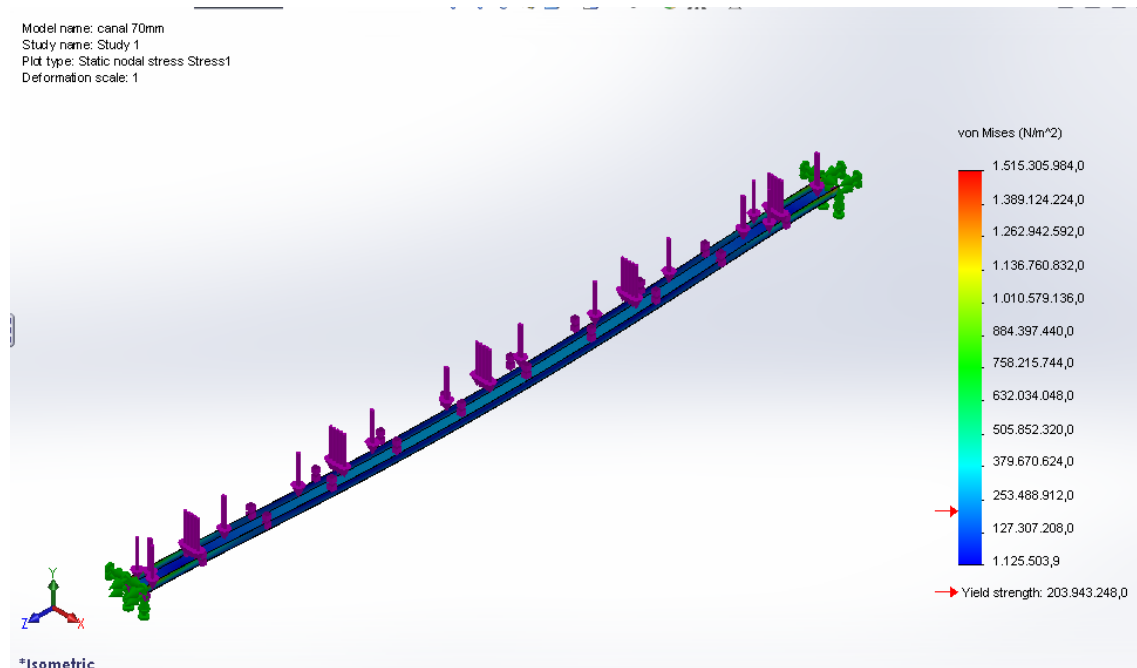


Fig. 13 – Tensão máxima á flexão

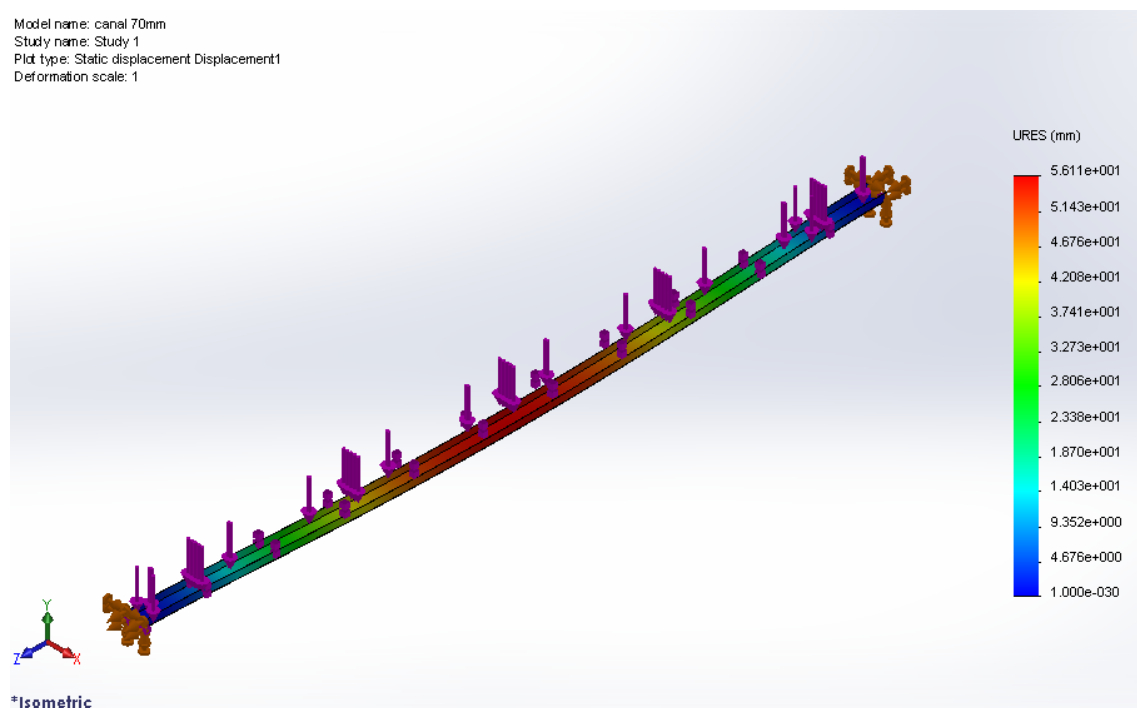


Fig. 14 – Deslocamento canal quando sujeito a flexão



## Canal 70 mm sujeito á compressão

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo ZZ): 1,094 mm

Tensão máxima compressão: 47,942 MPa

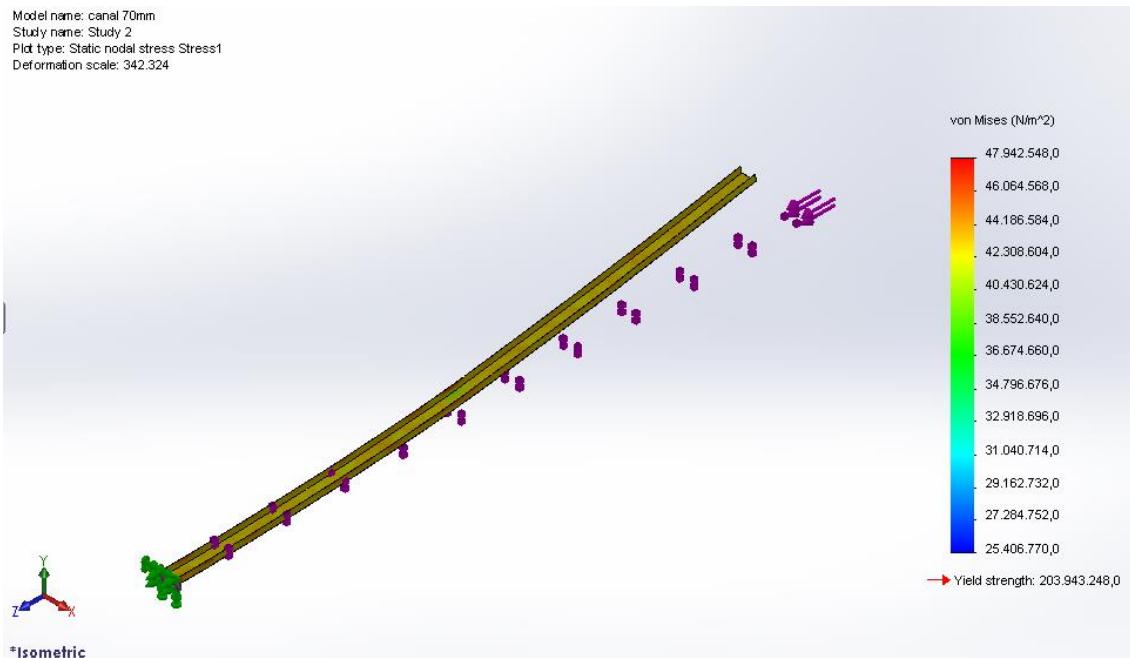


Fig .15 – Tensão máxima á compressão

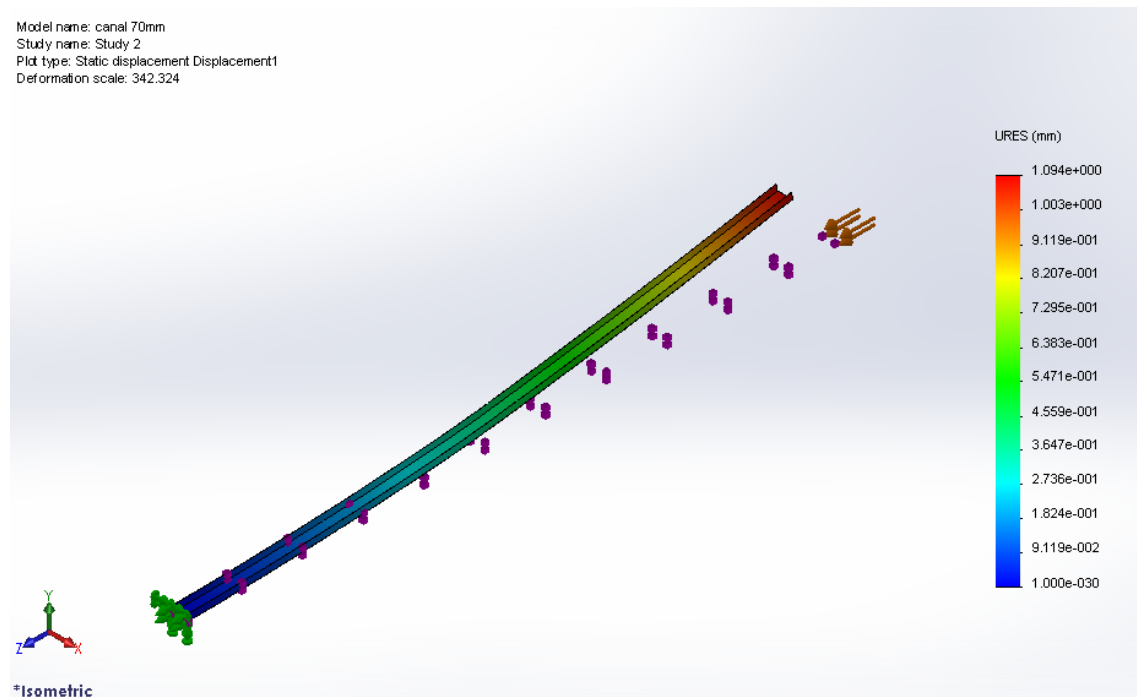


Fig. 16 - Deslocamento canal quando sujeito compressão

## Canal 70mm sujeito á tracção

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo ZZ): 1,094 mm

Tensão máxima tracção : 47,942 MPa

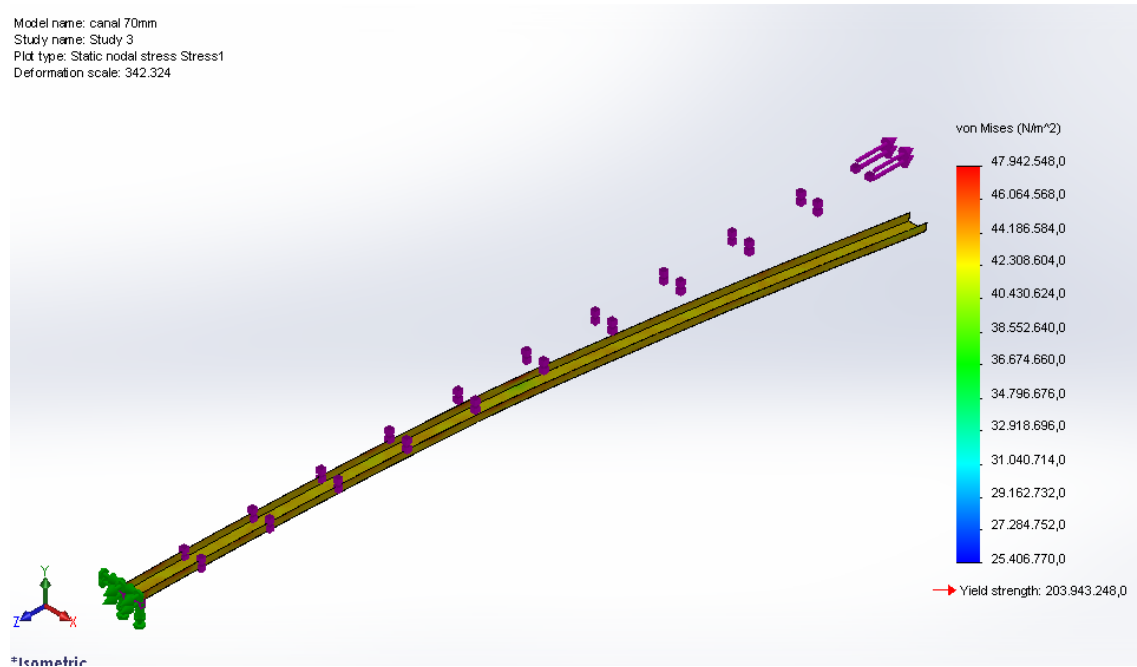


Fig.17 – Tensão máxima á compressão

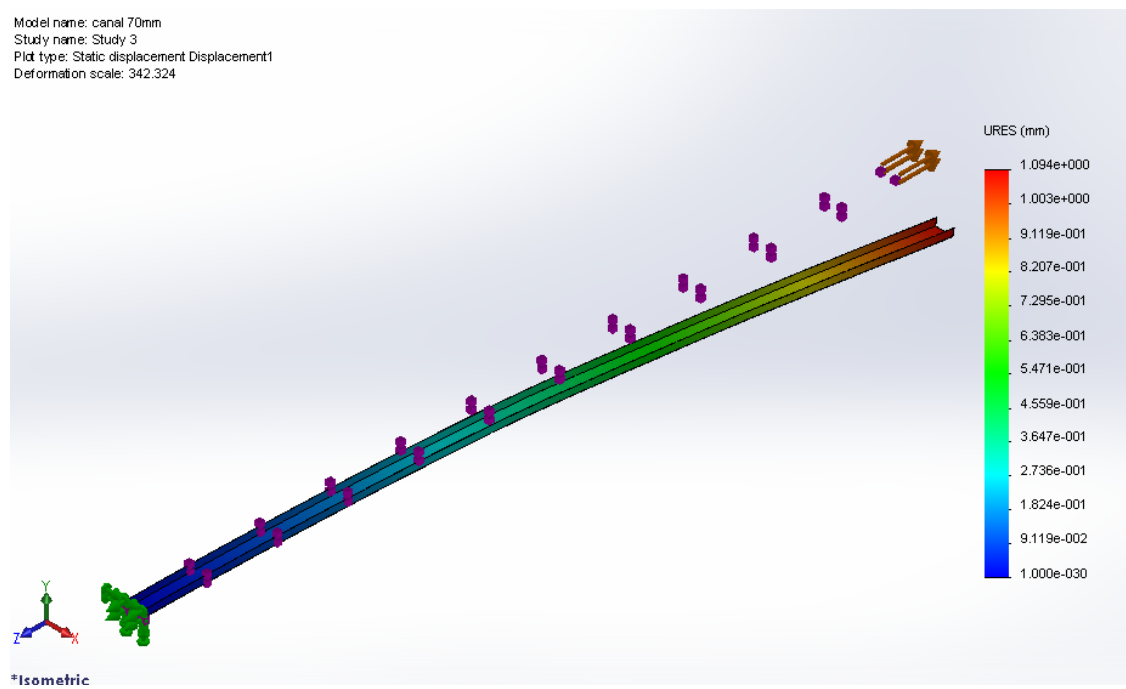


Fig. 18- Deslocamento canal quando sujeito flexão

## Canal 90mm

### Canal 90mm sujeito á flexão

Massa canal 90 mm: 1,907kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Encurvadura (segundo YY): 53,53mm

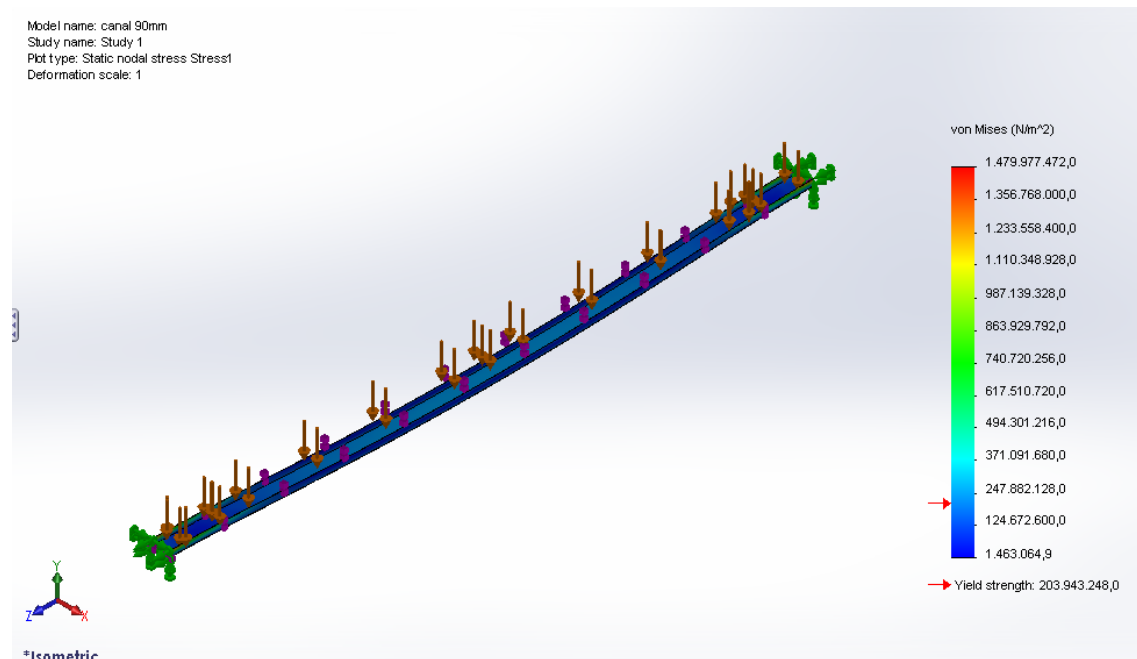


Fig. 19 – Tensão máxima á flexão

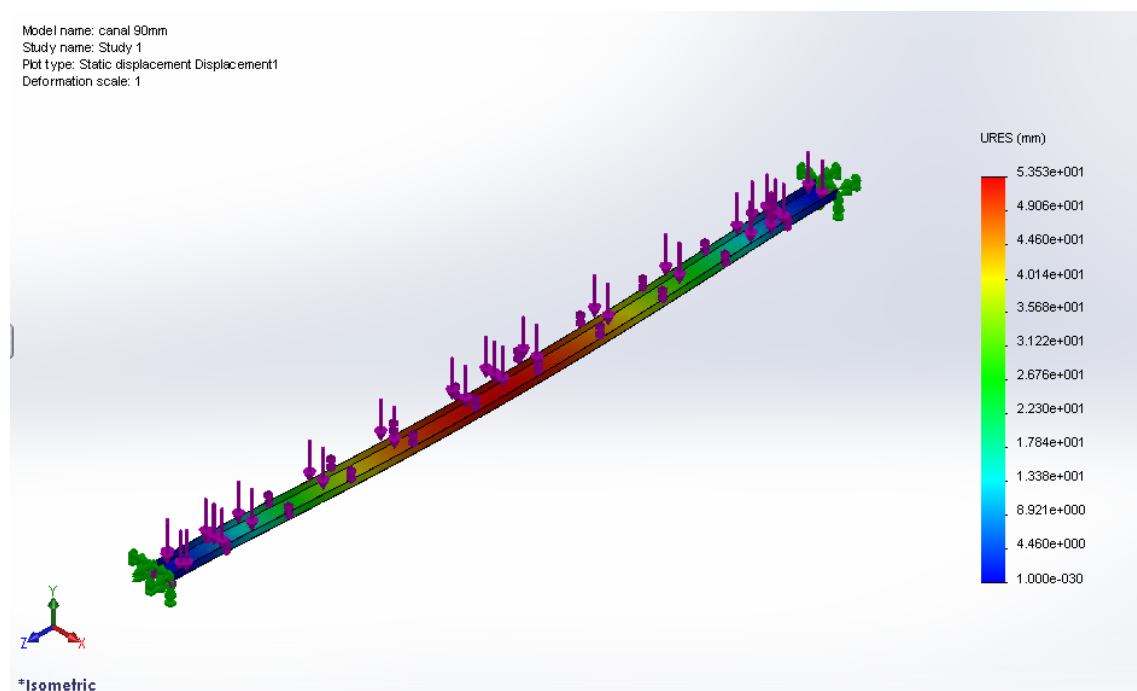


Fig. 20 – Deslocamento canal quando sujeito a flexão

## Canal 90 mm sujeito á compressão

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo ZZ): 1,057 mm

Tensão máxima compressão: 41,442 MPa

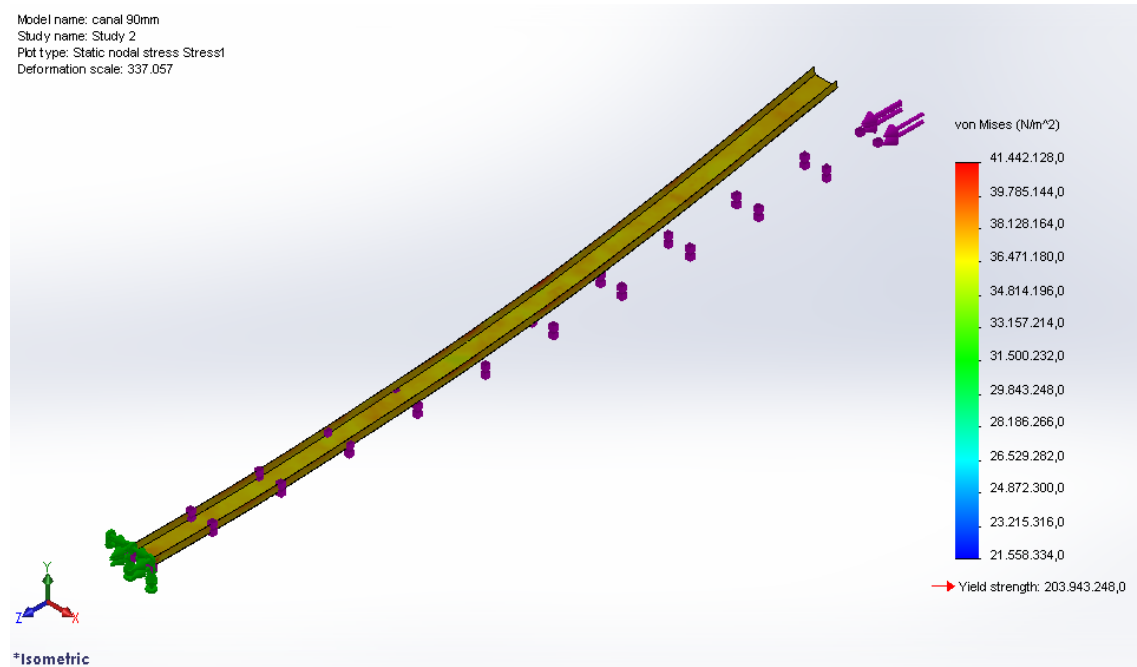


Fig .21 – Tensão máxima á compressão

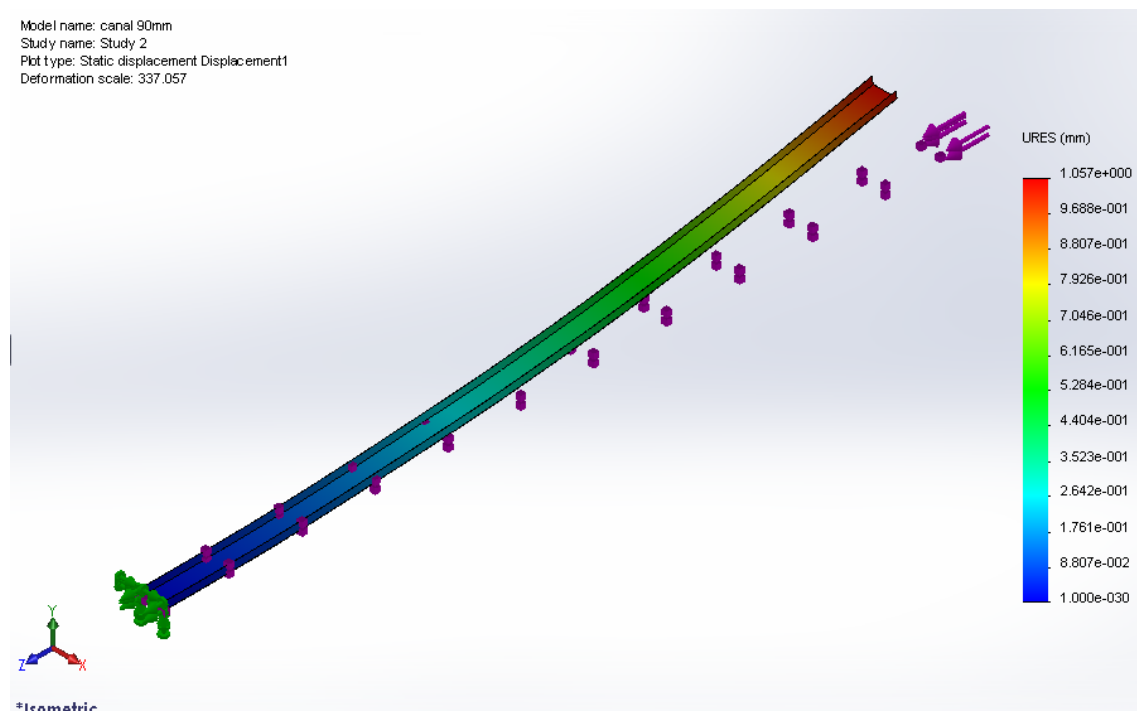


Fig. 22 - Deslocamento canal quando sujeito compressão

## Canal 90mm sujeito á tracção

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo ZZ): 1,057mm

Tensão máxima tracção : 41,442 MPa

Model name: canal 90mm  
Study name: Study 3  
Plot type: Static nodal stress Stress1  
Deformation scale: 337.057

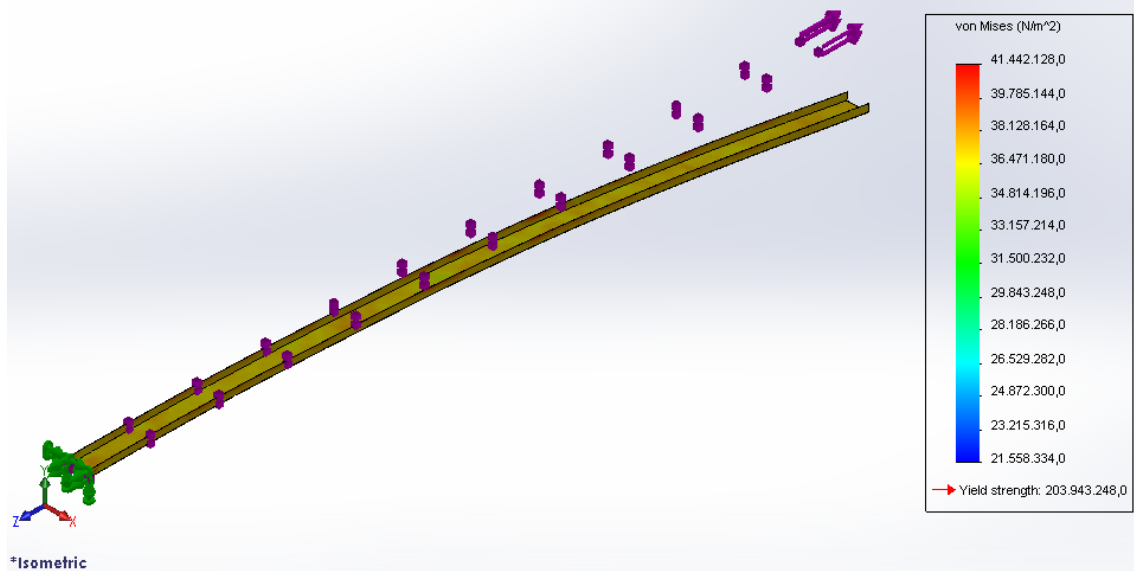


Fig.23 – Tensão máxima á compressão

Model name: canal 90mm  
Study name: Study 3  
Plot type: Static displacement Displacement1  
Deformation scale: 337.057

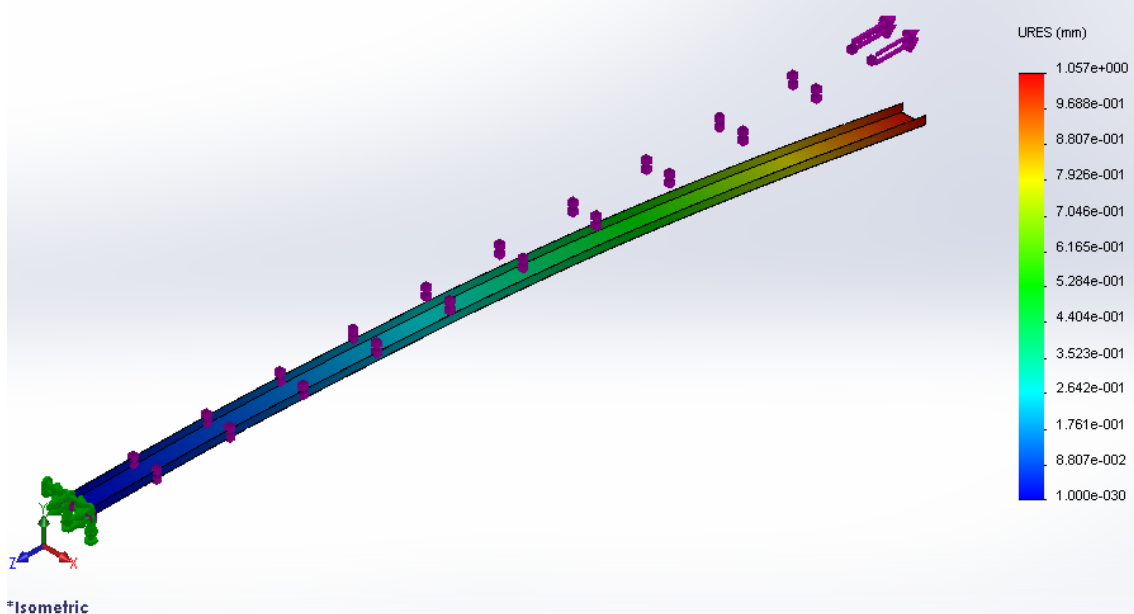


Fig. 24- Deslocamento canal quando sujeito flexão

## Montante 36 mm

### Montante 36 mm sujeito á compressão

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo ZZ): 0,7269 mm

Tensão máxima compressão: 51,516 MPa

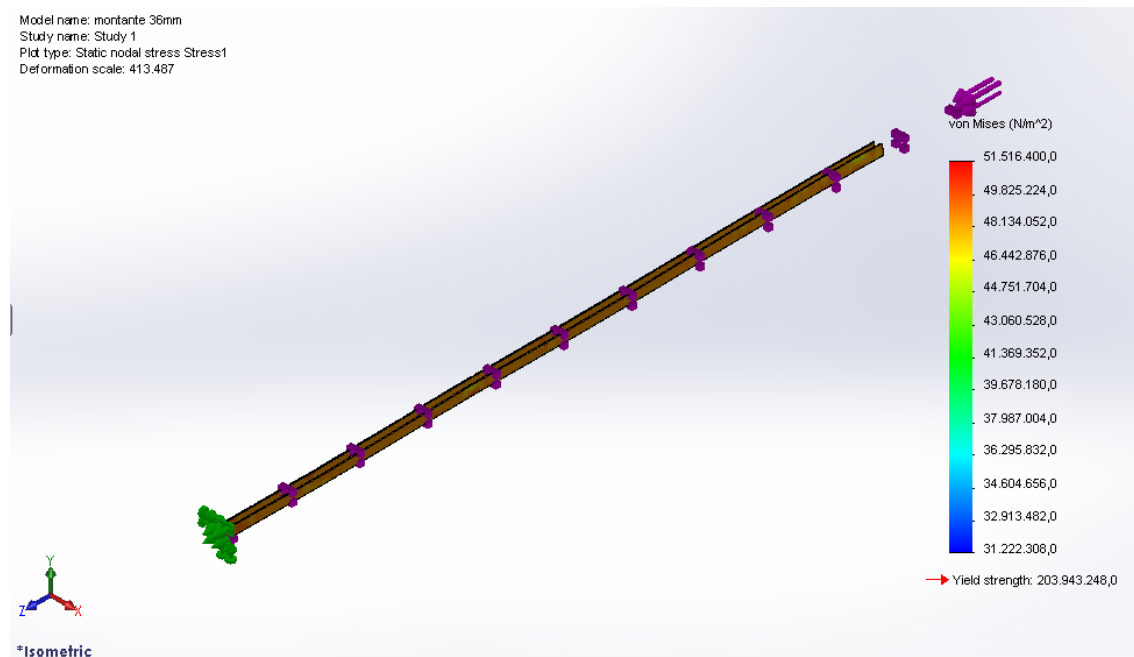


Fig .27 – Tensão máxima á compressão

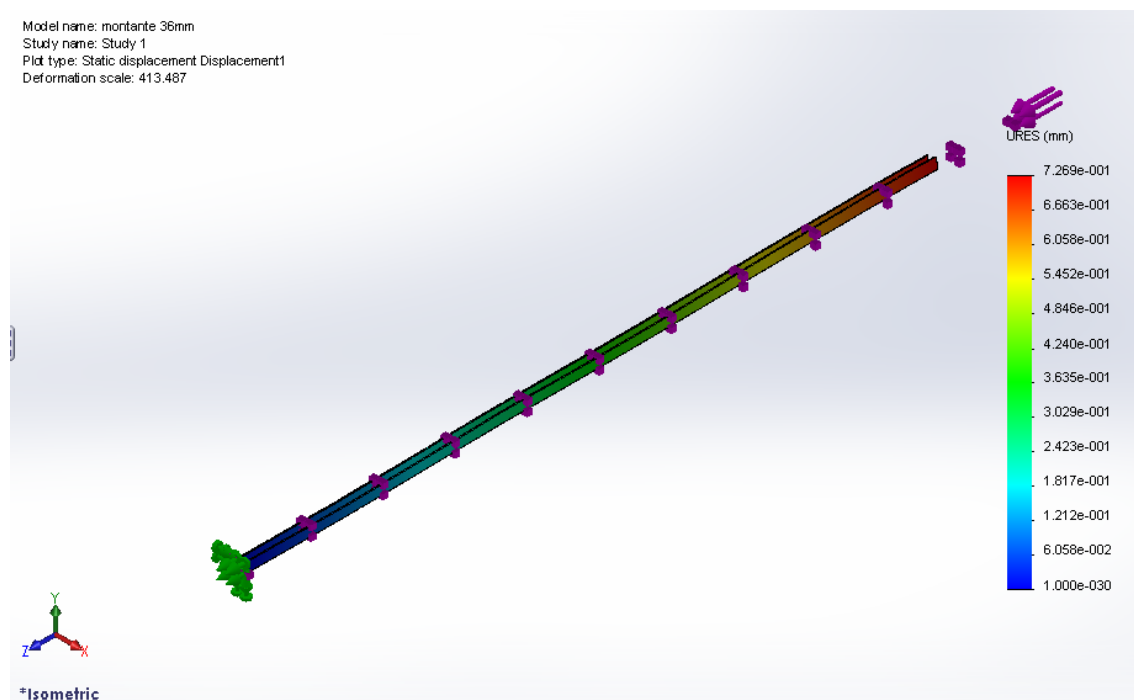


Fig. 28 - Deslocamento montante quando sujeito compressão

Montante 36mm sujeito á tracção

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo ZZ): 0,7269mm

Tensão máxima tracção : 51,516 MPa

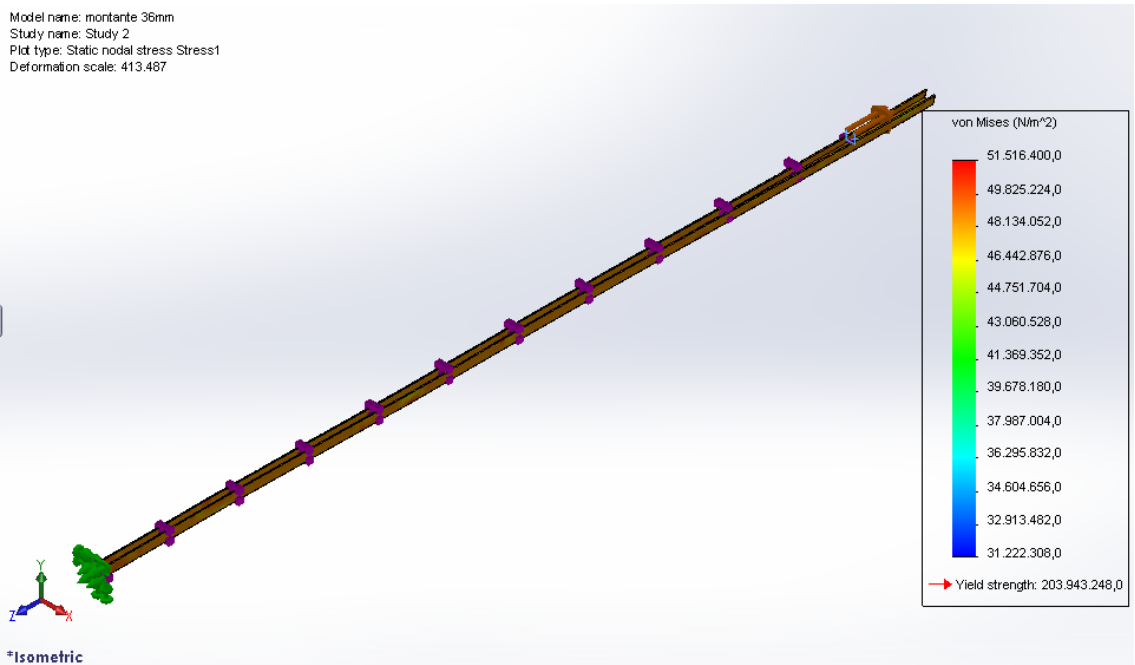


Fig.29 – Tensão máxima á compressão

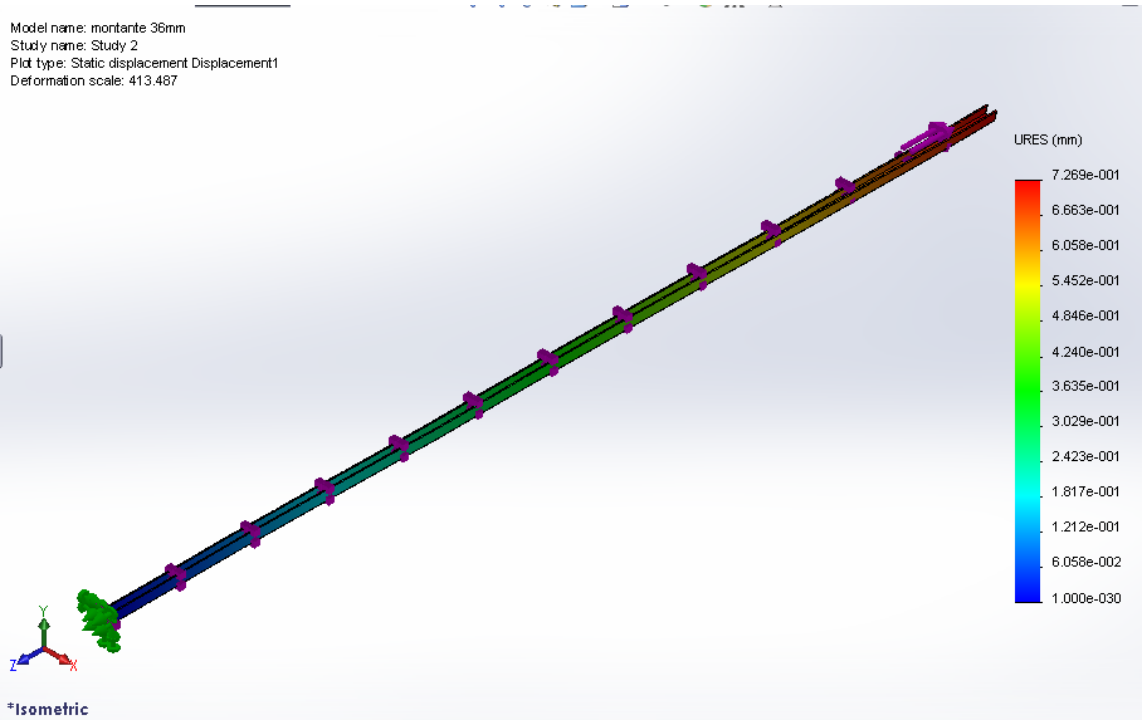


Fig. 30- Deslocamento montante quando sujeito flexão

## Montante 48mm

### Montante 48mm sujeito á flexão

Massa canal 48 mm: 1,607 kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Encurvadura (segundo YY): 90,54 mm

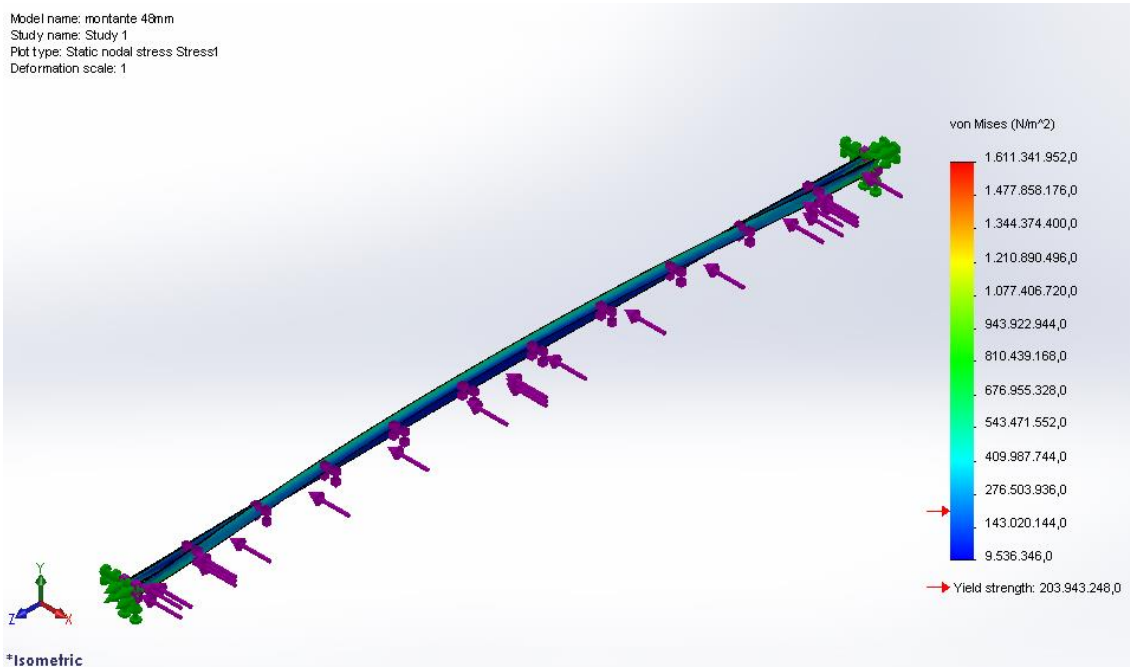


Fig. 31 – Tensão máxima á flexão

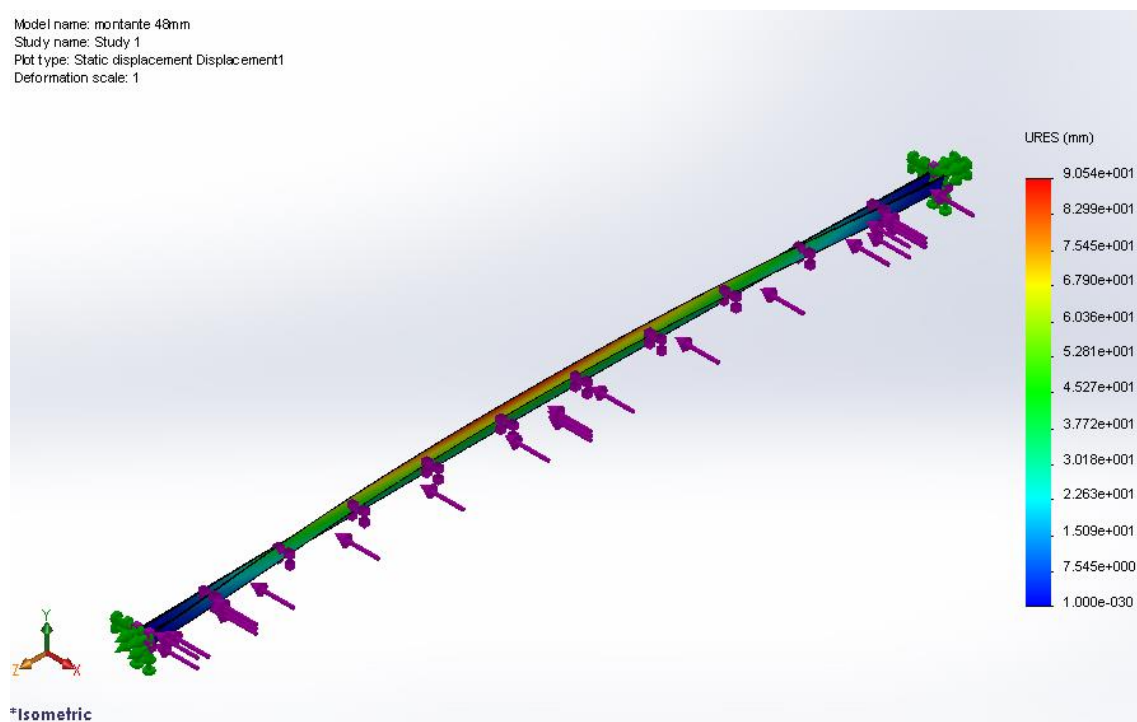


Fig. 32 – Deslocamento montante quando sujeito a flexão



## Montante 48 mm sujeito á compressão

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo ZZ): 0,6882 mm

Tensão máxima compressão: 49,238 MPa

Model name: montante 48mm  
Study name: Study 2  
Plot type: Static nodal stress Stress1  
Deformation scale: 452,314

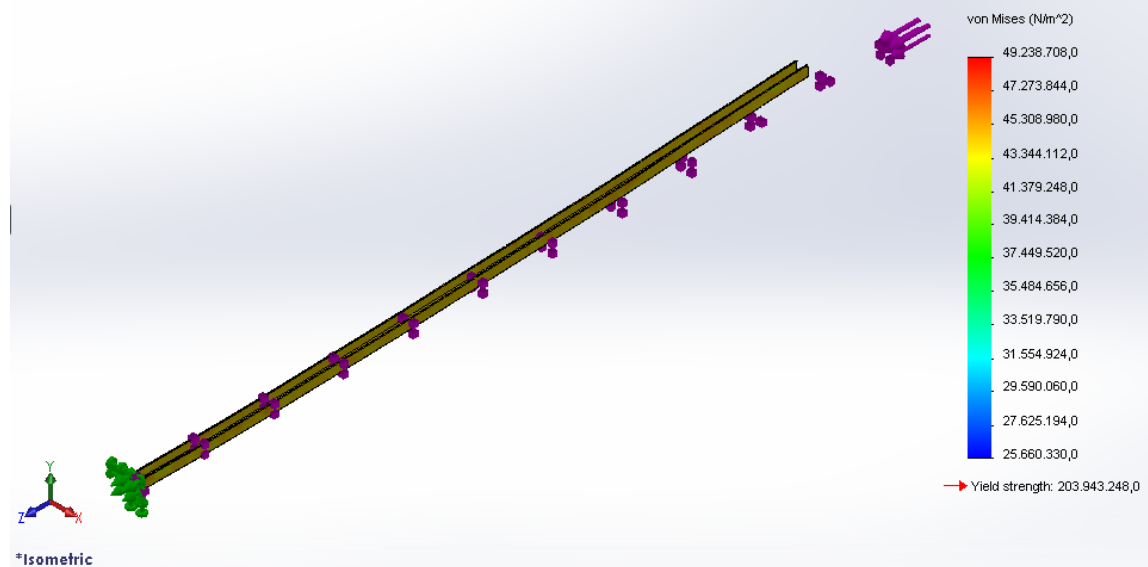


Fig .33 – Tensão máxima á compressão

Model name: montante 48mm  
Study name: Study 2  
Plot type: Static displacement Displacement1  
Deformation scale: 452,314

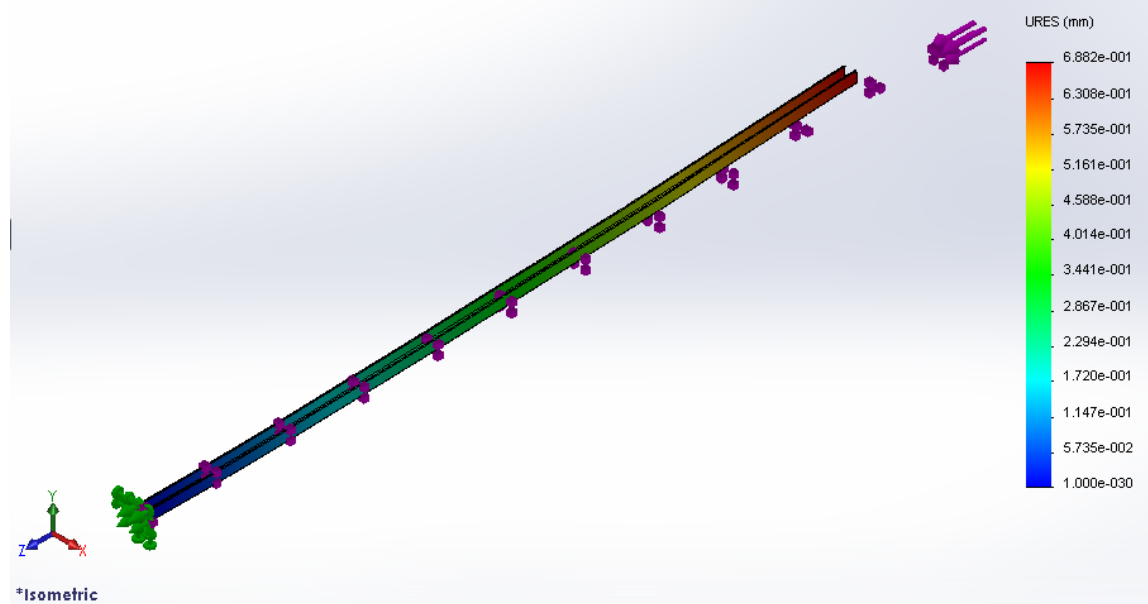


Fig. 34 - Deslocamento montante quando sujeito compressão

## Montante 48mm sujeito á tracção

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo ZZ): 0,6882 mm

Tensão máxima tracção : 49,238 MPa

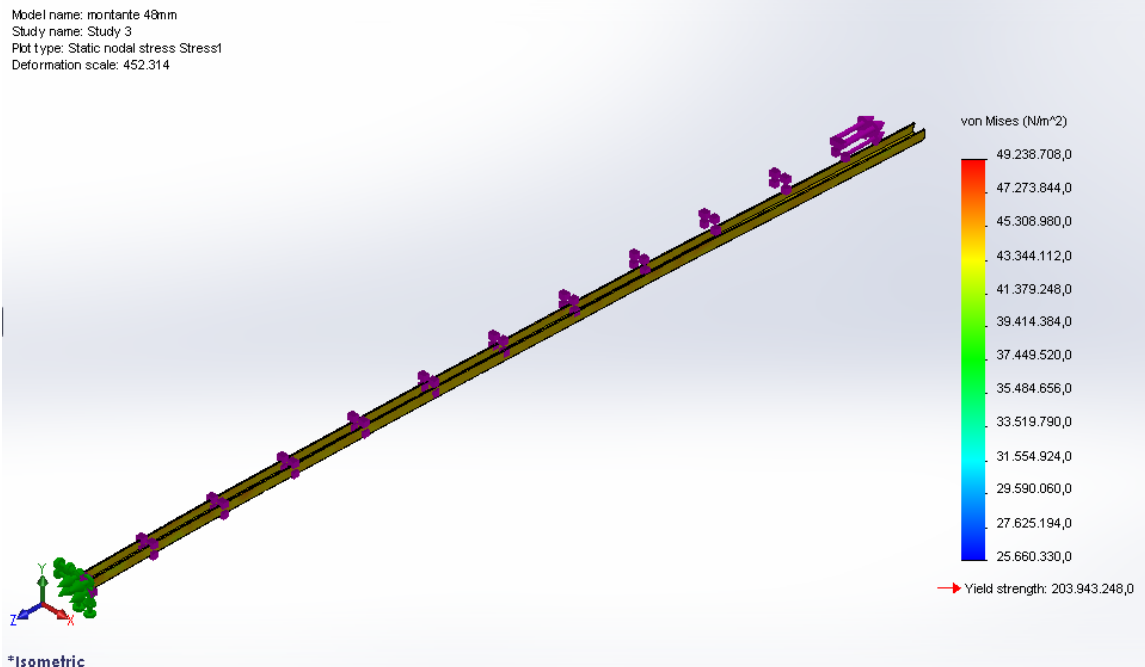


Fig.35 – Tensão máxima á compressão

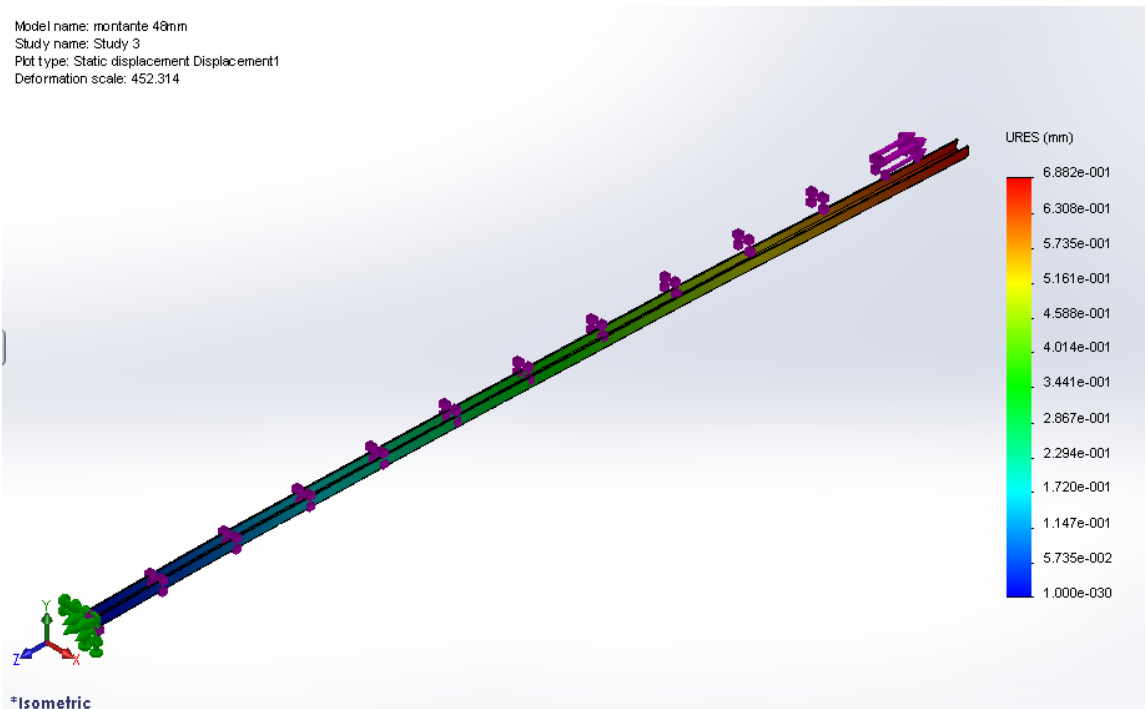


Fig. 36- Deslocamento montante quando sujeito flexão

## Montante 70mm

### Montante 70mm sujeito á flexão

Massa canal 70 mm: 1,893kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Encurvadura (segundo YY): 84,25 mm

Model name: montante 70mm  
Study name: Study 1  
Plot type: Static nodal stress Stress1  
Deformation scale: 1

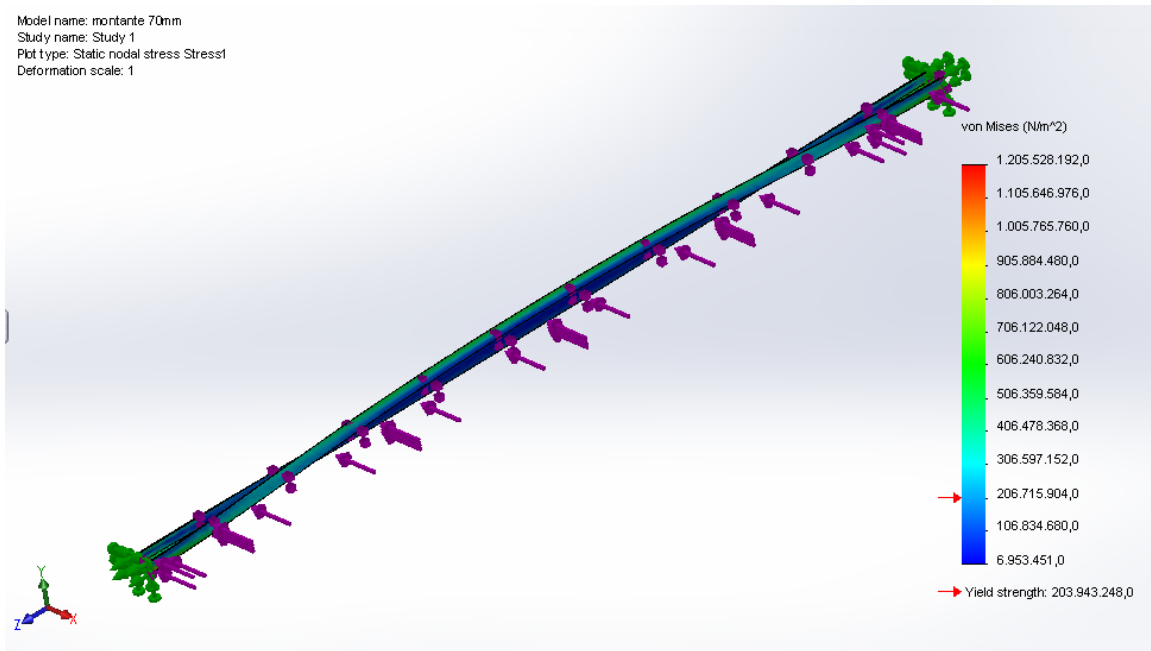


Fig. 37 – Tensão máxima á flexão

Model name: montante 70mm  
Study name: Study 1  
Plot type: Static displacement Displacement1  
Deformation scale: 1

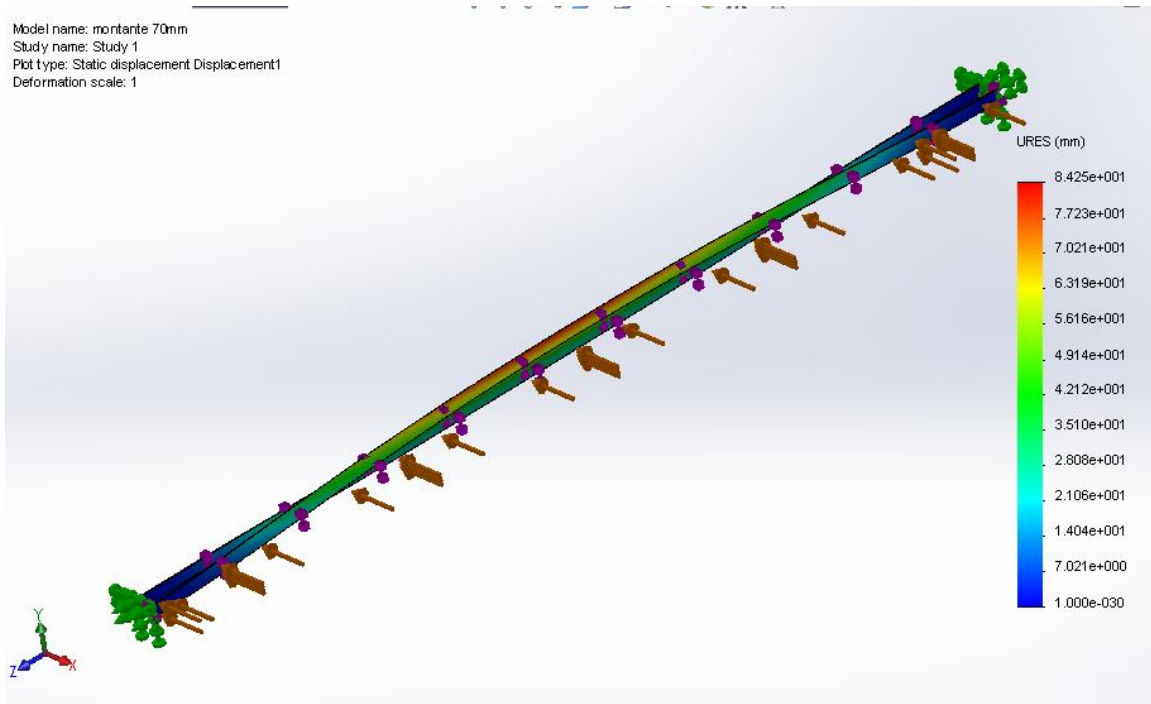


Fig. 38 – Deslocamento montante quando sujeito a flexão

## Montante 70 mm sujeito á compressão

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo ZZ): 0,6275 mm

Tensão máxima compressão: 41,208 MPa

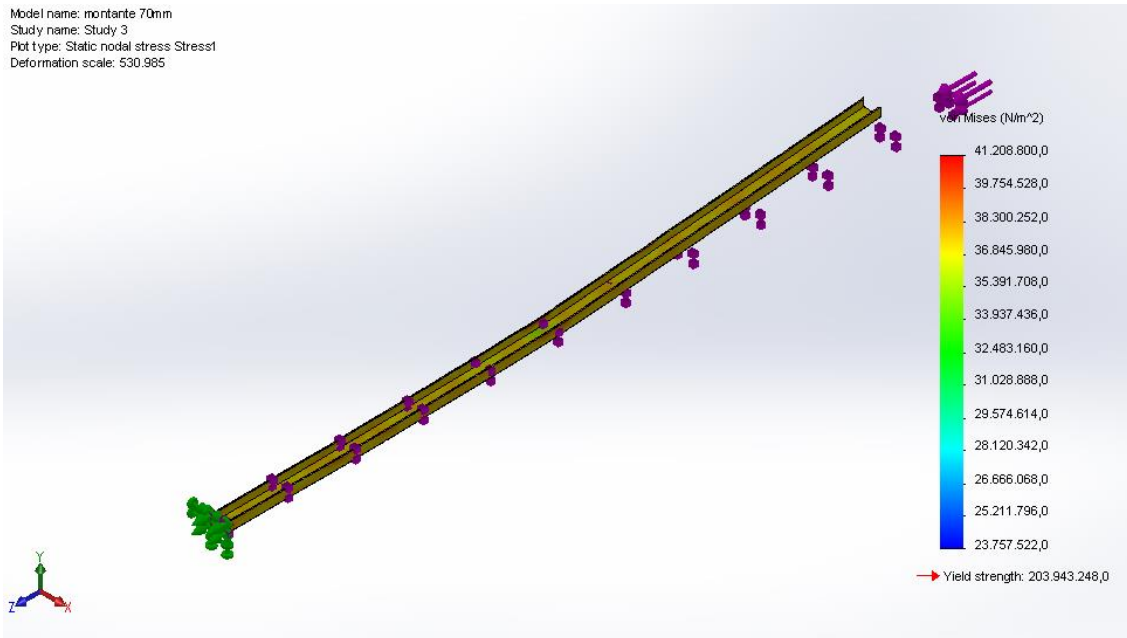


Fig .39 – Tensão máxima á compressão

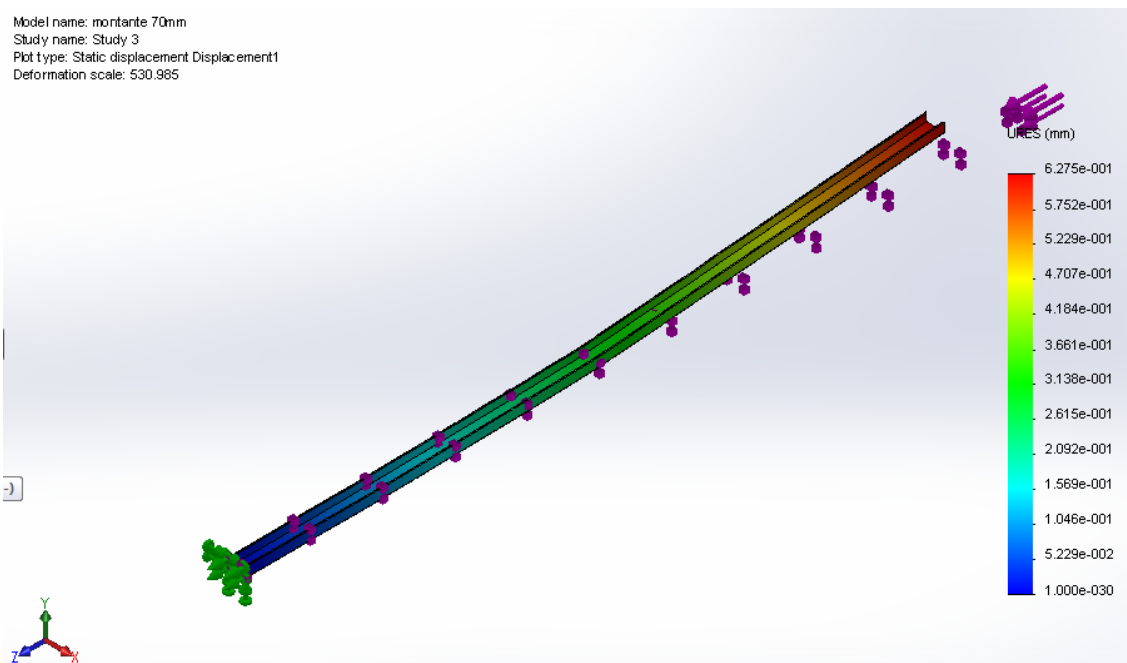


Fig. 40 - Deslocamento montante quando sujeito compressão

## Montante 70mm sujeito á tracção

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo ZZ): 0,6275 mm

Tensão máxima tracção : 41,208 MPa

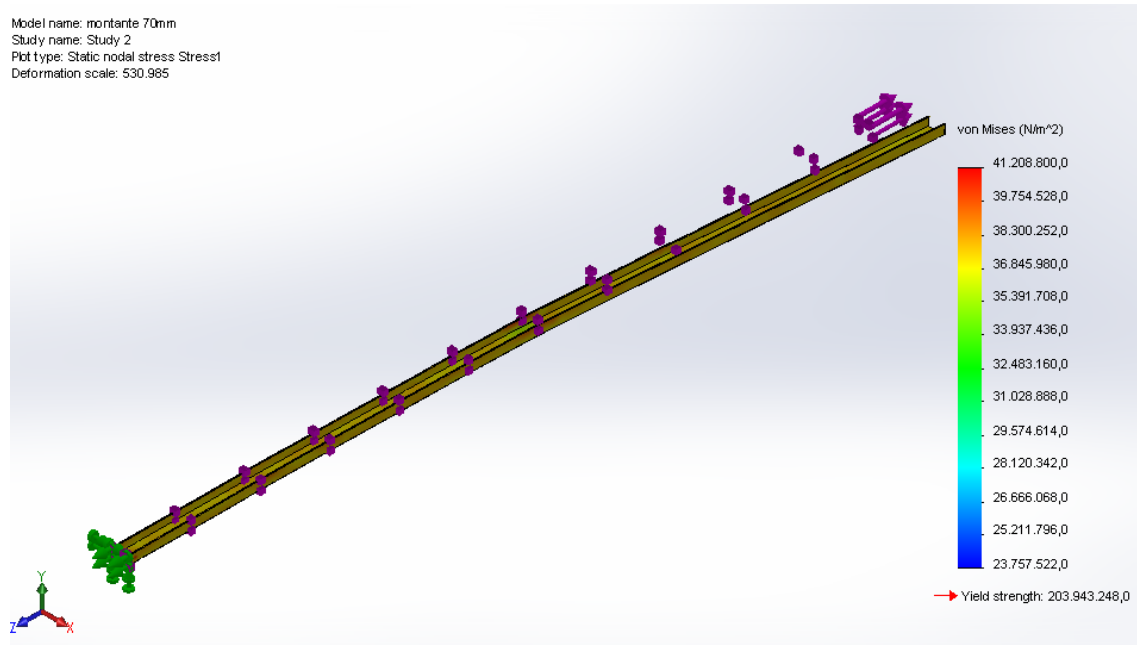


Fig.41 – Tensão máxima á tracção

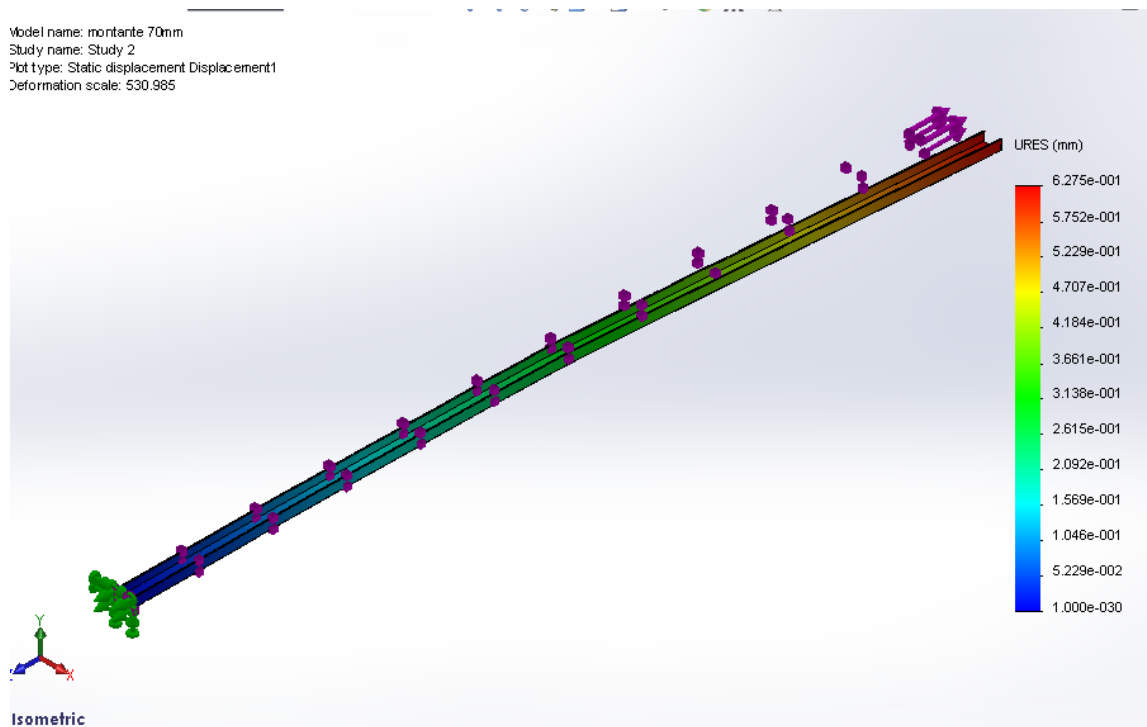


Fig. 42- Deslocamento montante quando sujeito tracção

## Montante 90 mm

### Montante 90 mm sujeito á compressão

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo ZZ): 0,5643mm

Tensão máxima compressão: 35,748 MPa

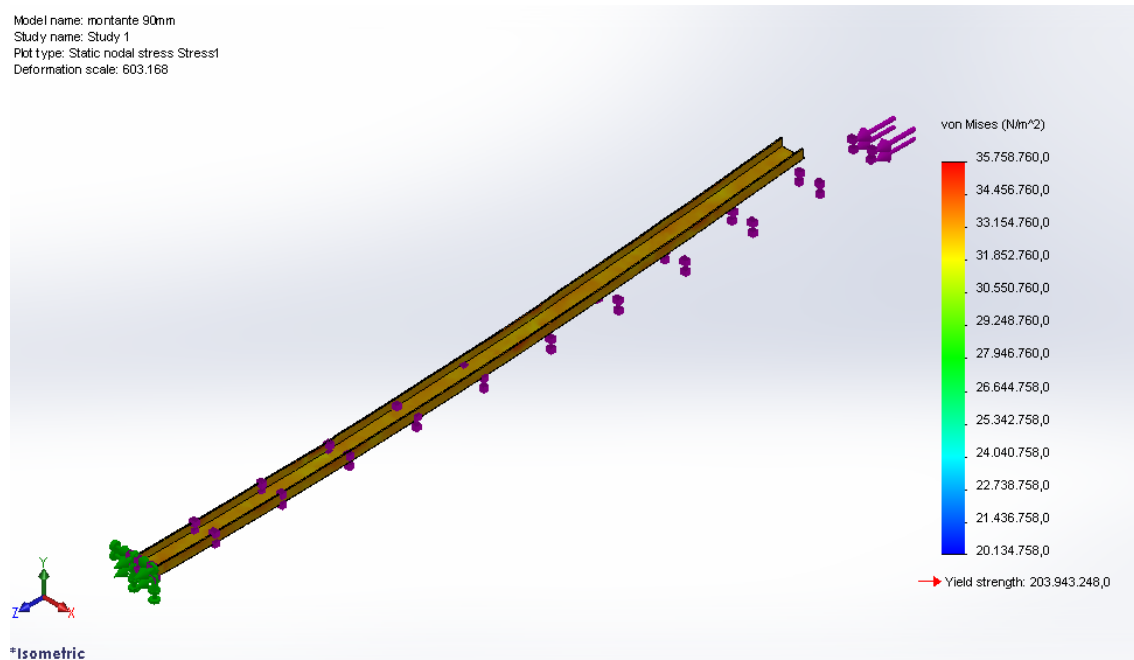


Fig .45 – Tensão máxima á compressão

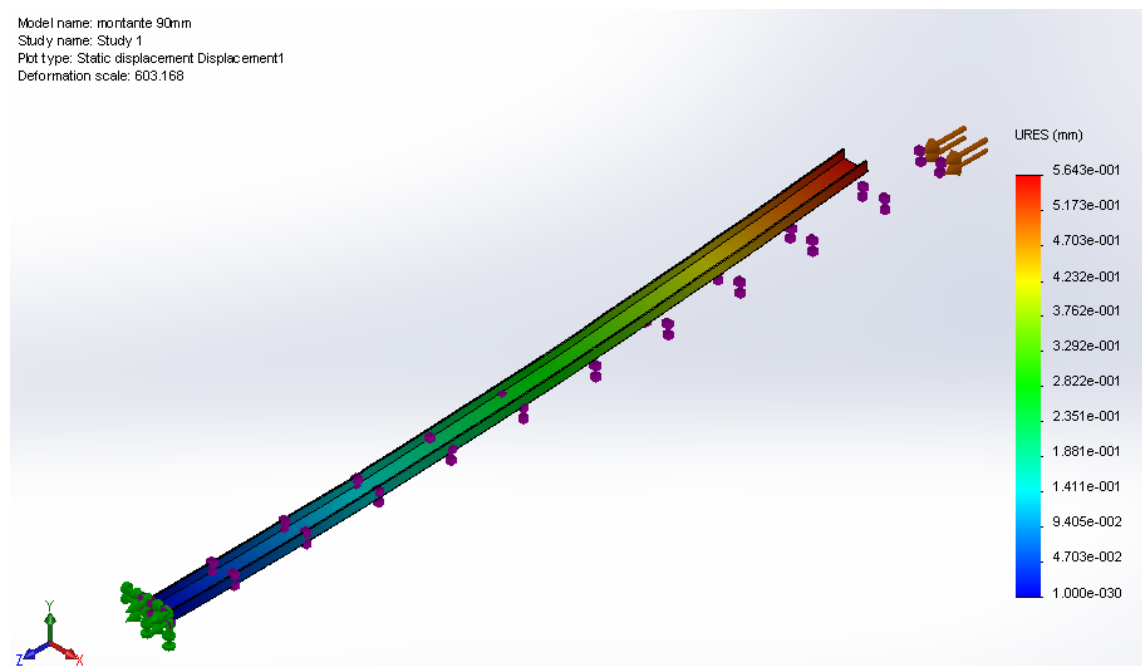


Fig. 46 - Deslocamento montante quando sujeito compressão

## Montante 90mm sujeito á tracção

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo ZZ): 0,5643mm

Tensão máxima tracção : 35,748 MPa

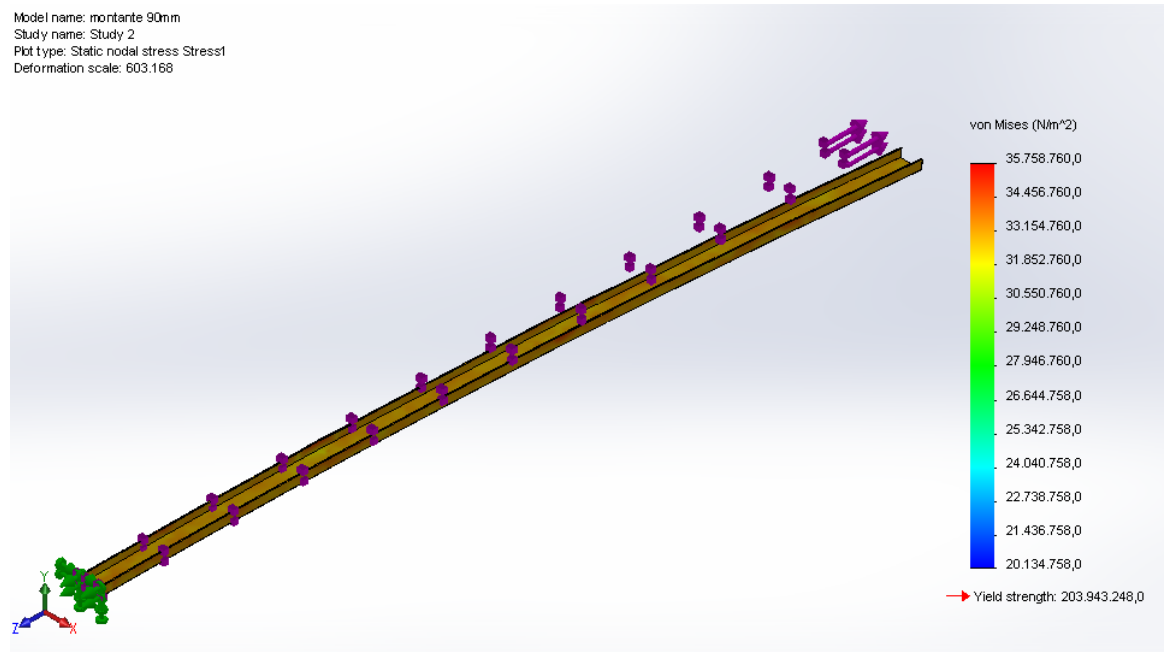


Fig.47 – Tensão máxima á tracção

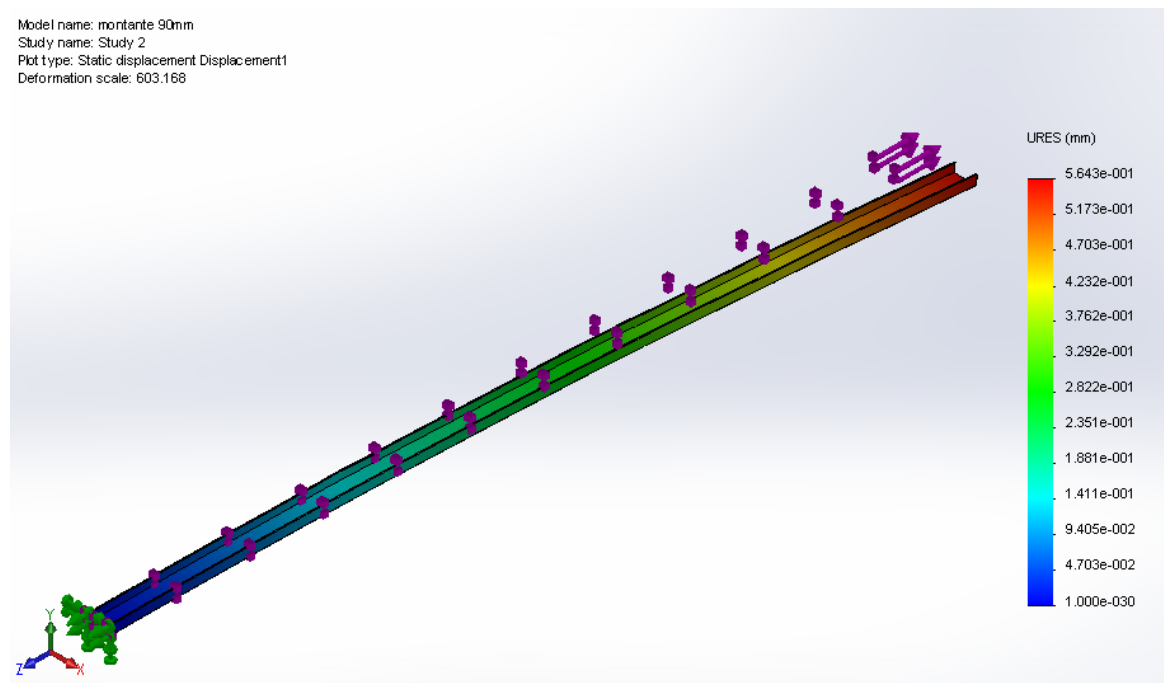


Fig. 48- Deslocamento montante quando sujeito tracção

# Perfil Omega

## Perfil ómega sujeito à flexão

Massa perfil Omega: 2,6 kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Encurvadura (segundo YY): 21,32mm

Tensão máxima flexão: 2143,28 MPa

Com estes valores facilmente se conclui que este perfil é mais resistente do que os montantes, devendo-se essencialmente á sua geometria.

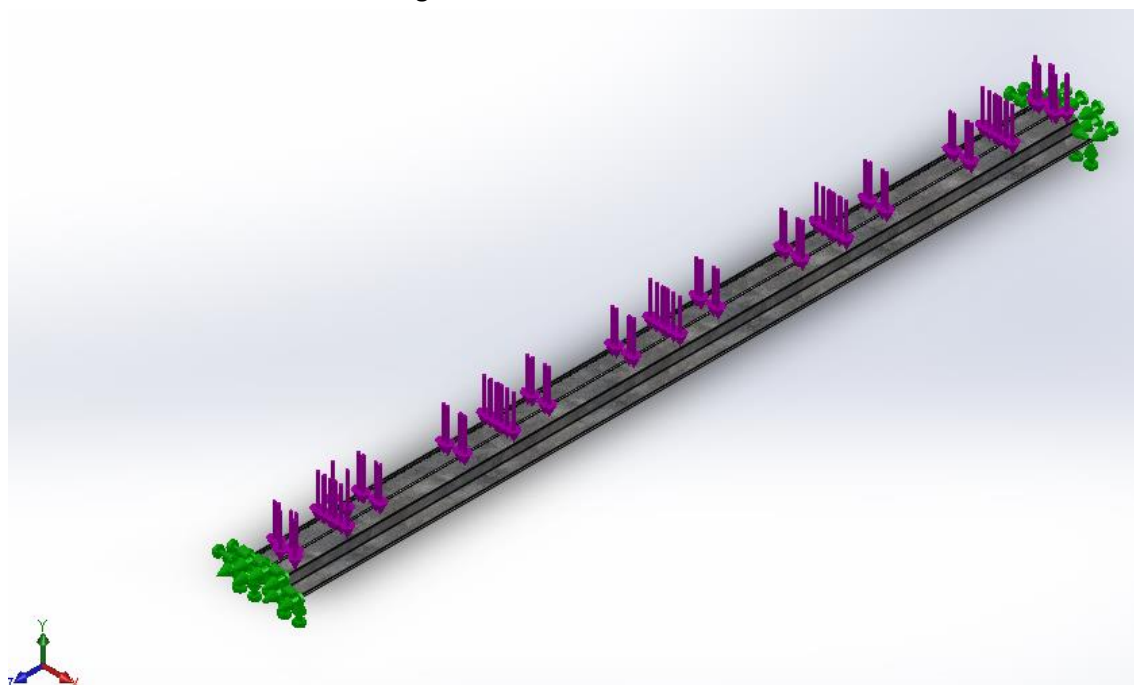


Fig. 49 – Tensão máxima á flexão



# Perfil U

Teste realizado com força de 1500N.

## Perfil U sujeito a compressão.

Massa perfil U: 0,085 kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo YY): 0,35mm

Tensão máxima compressão: 492,988 MPa

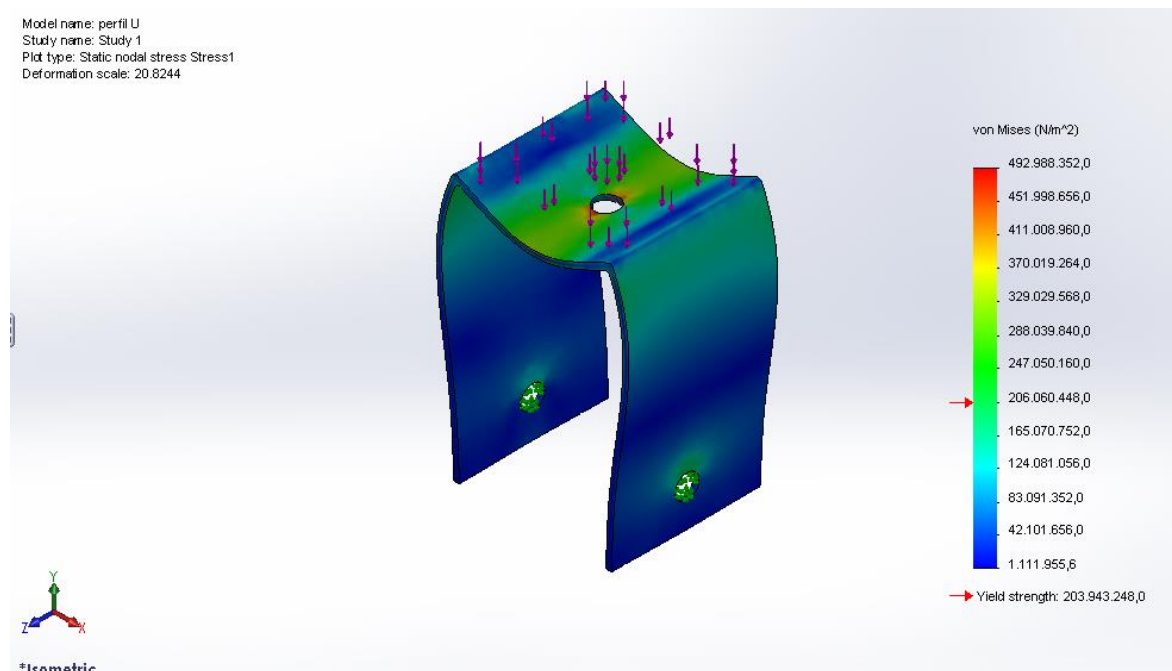


Fig.50 – Tensão máxima do perfil á compressão

Model name: perfil U  
Study name: Study 1  
Plot type: Static displacement Displacement1  
Deformation scale: 20.6244

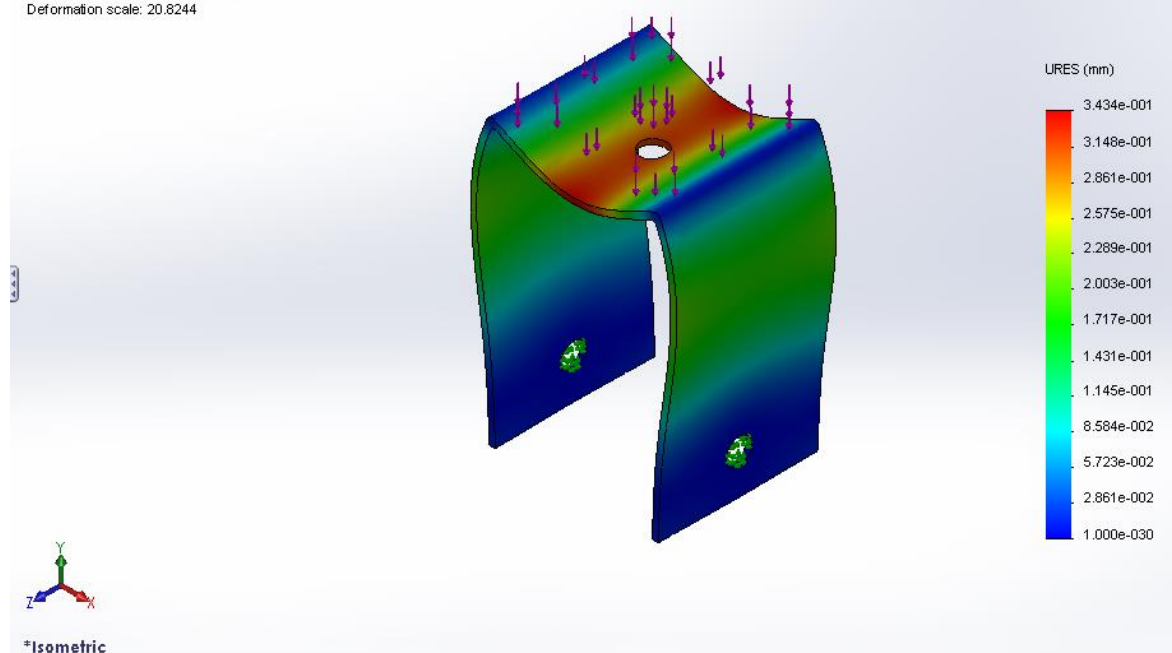


Fig. 51- Deslocamento do perfil quando sujeito compressão

## Perfil U sujeito a tracção.

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo YY): 0,35mm

Tensão máxima tracção: 520,167 MPa

Model name: perfil U  
Study name: Study 2  
Plot type: Static nodal stress Stress1  
Deformation scale: 20.4348

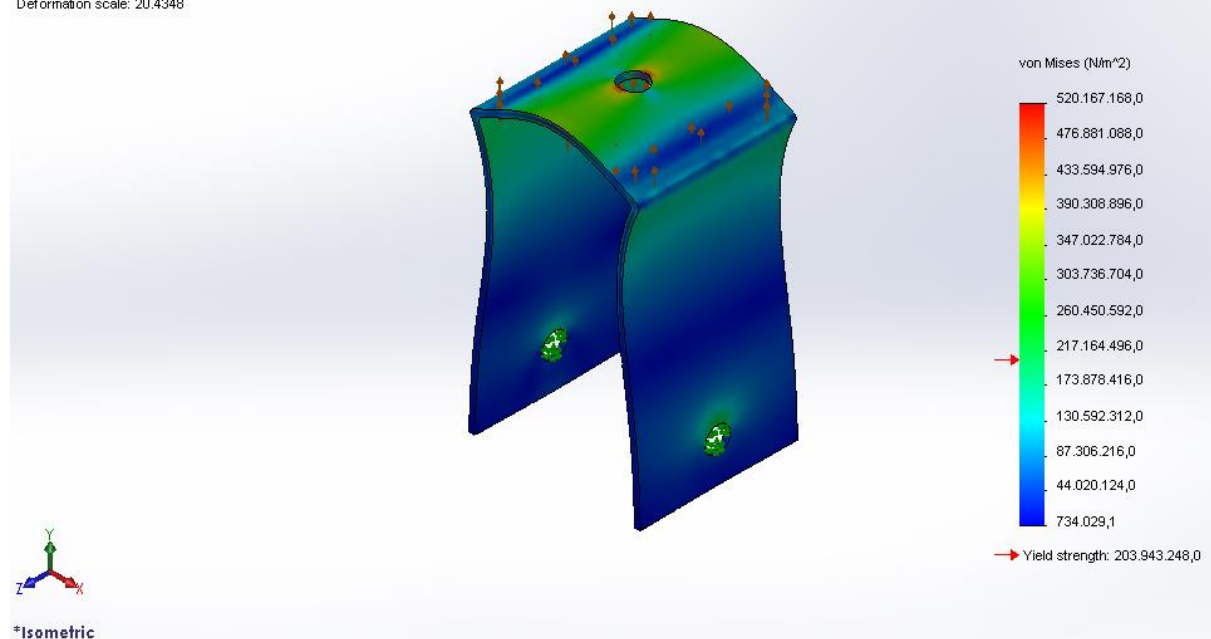


Fig.52 – Tensão máxima do perfil á tracção

Model name: perfil U  
Study name: Study 2  
Plot type: Static displacement Displacement1  
Deformation scale: 20.4348

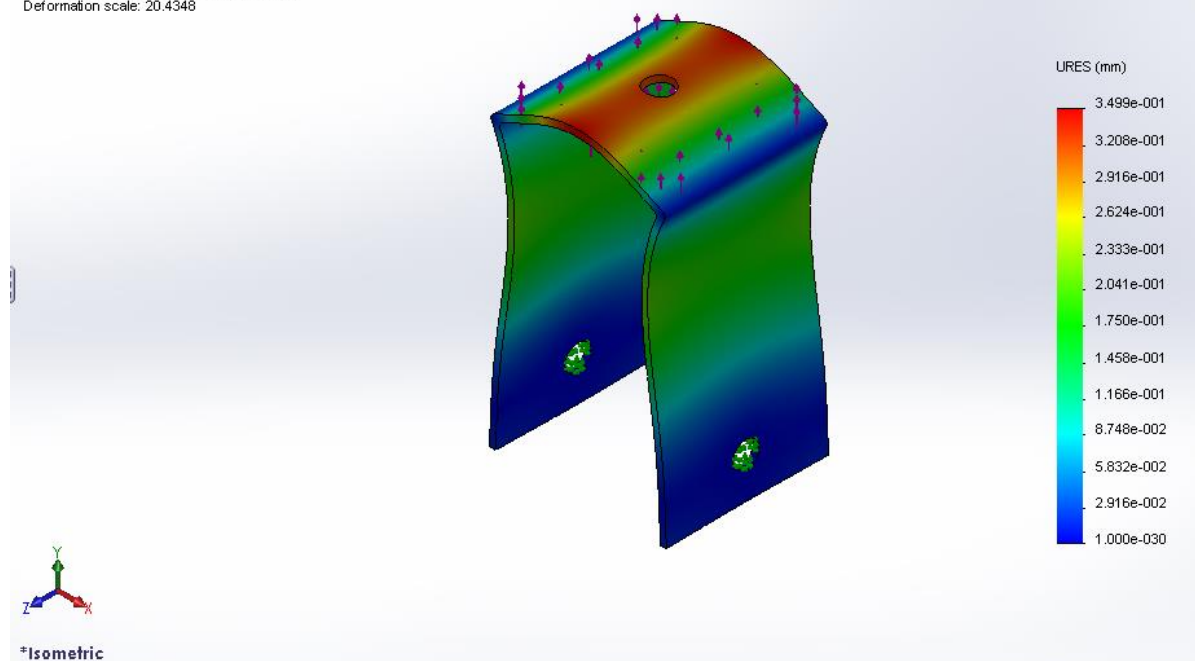


Fig. 53- Deslocamento do perfil quando sujeito tracção

# Cantoneira Norius

Teste realizado com força de 1500N.

## Cantoneira Norius sujeito a flexão.

Massa Cantoneira: 0,600 kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Flexão (segundo YY): 6,797mm

Tensão máxima flexão: 522,914 MPa

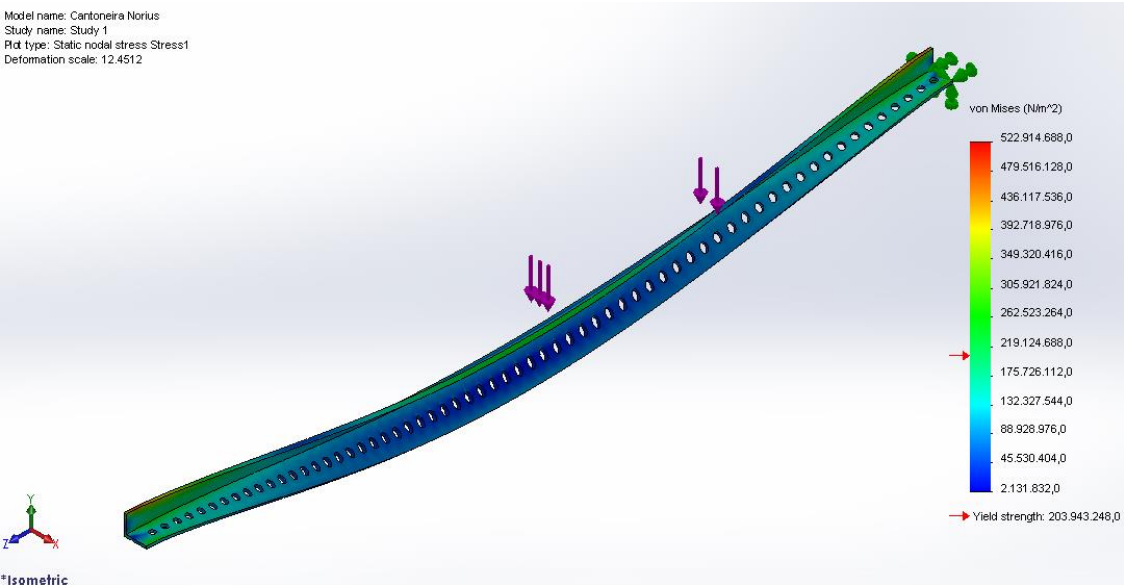


Fig.54 – Tensão máxima da cantoneira á flexão

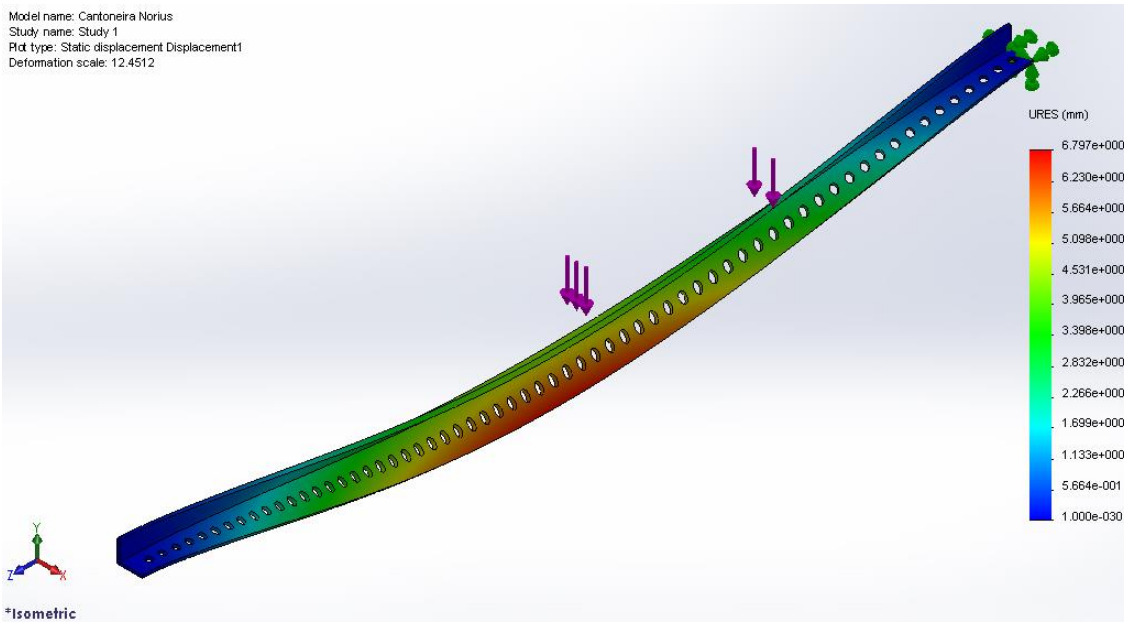


Fig. 55- Deslocamento da cantoneira quando sujeito flexão

Cantoneira Norius sujeito a compressão.

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo ZZ): 4,159mm

Tensão máxima compressão: 395,933 MPa

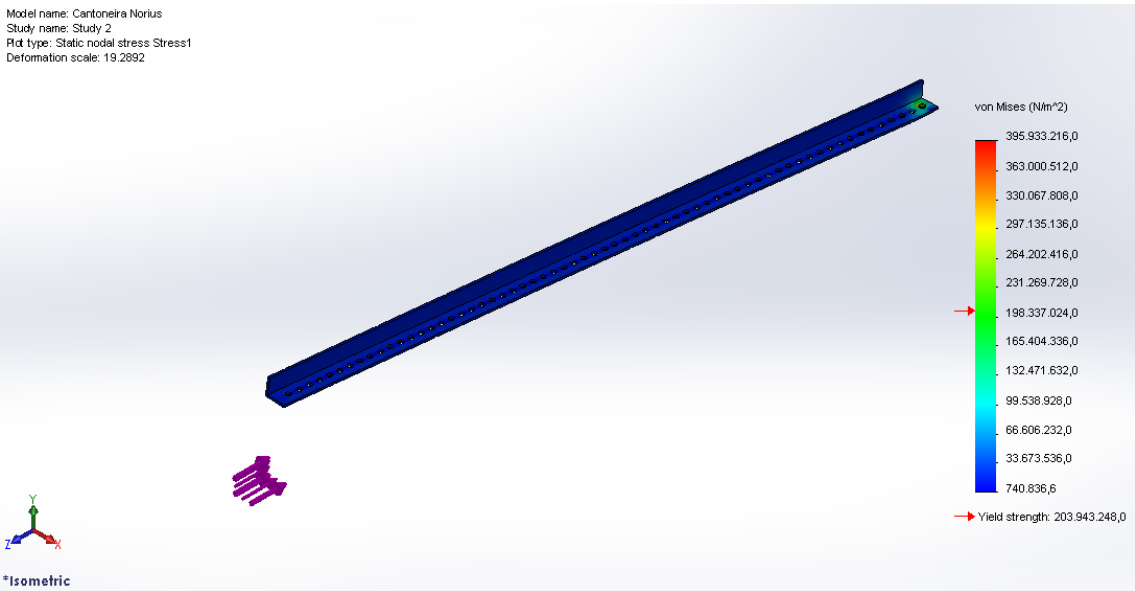


Fig.56– Tensão máxima da cantoneira á compressão

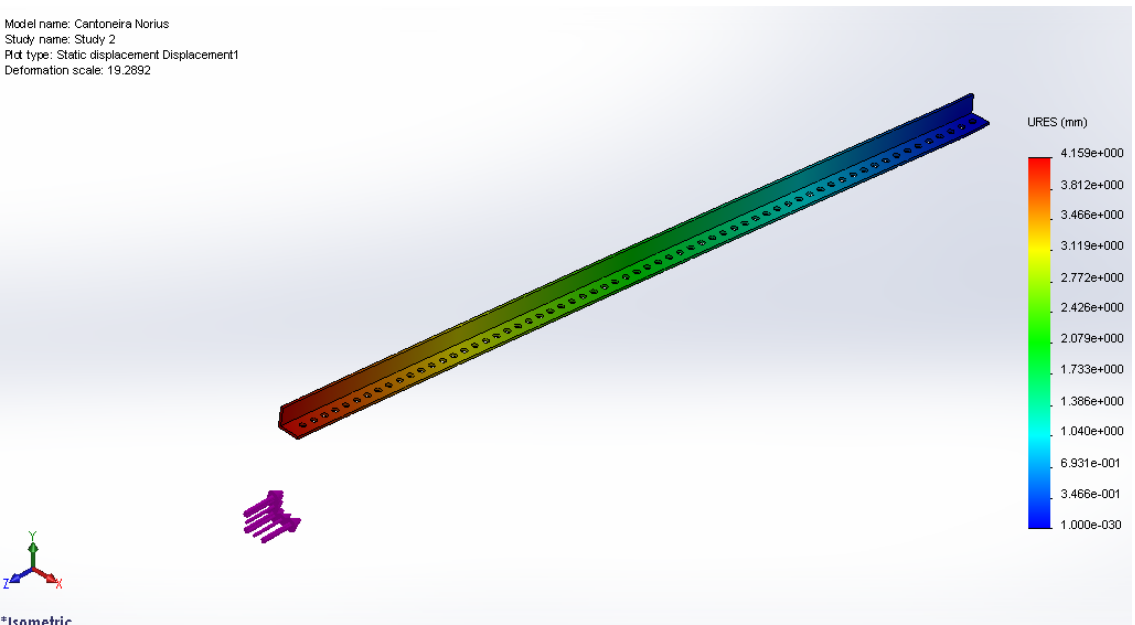


Fig. 57- Deslocamento da cantoneira quando sujeito compressão

Cantoneira Norius sujeito a tracção.

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo ZZ): 2,855mm

Tensão máxima tracção: 319,724 MPa

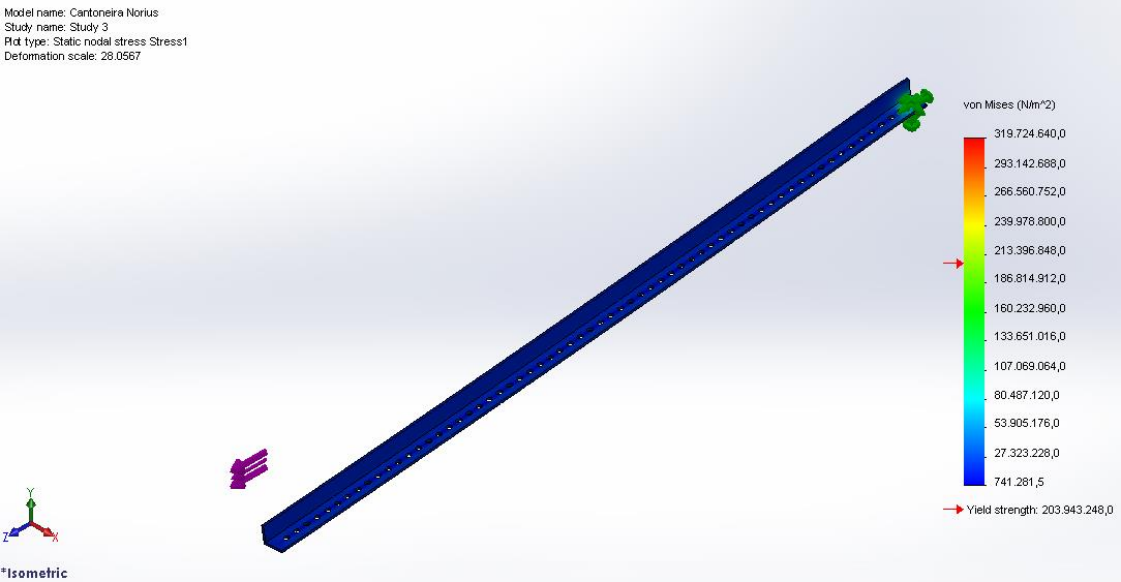


Fig.58 – Tensão máxima da cantoneira á tracção

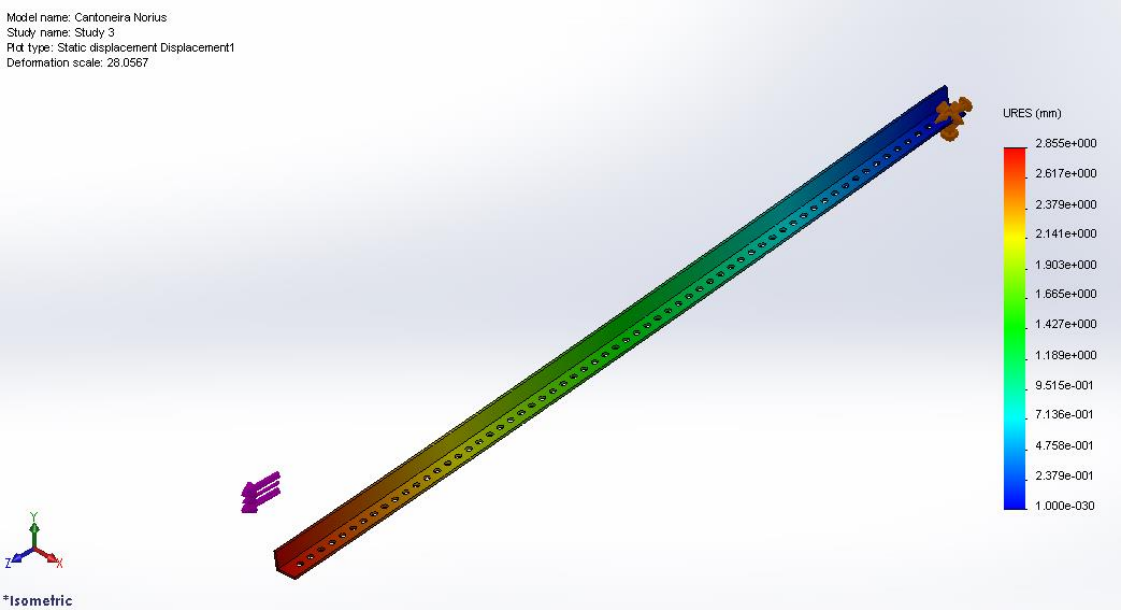


Fig. 59- Deslocamento da cantoneira quando sujeito tracção

## Varão Roscado M6

### Varão roscado M6 sujeito á compressão

Massa do varão roscado: 0,180 kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo YY): 0,2096mm

Tensão máxima compressão: 114,654 MPa

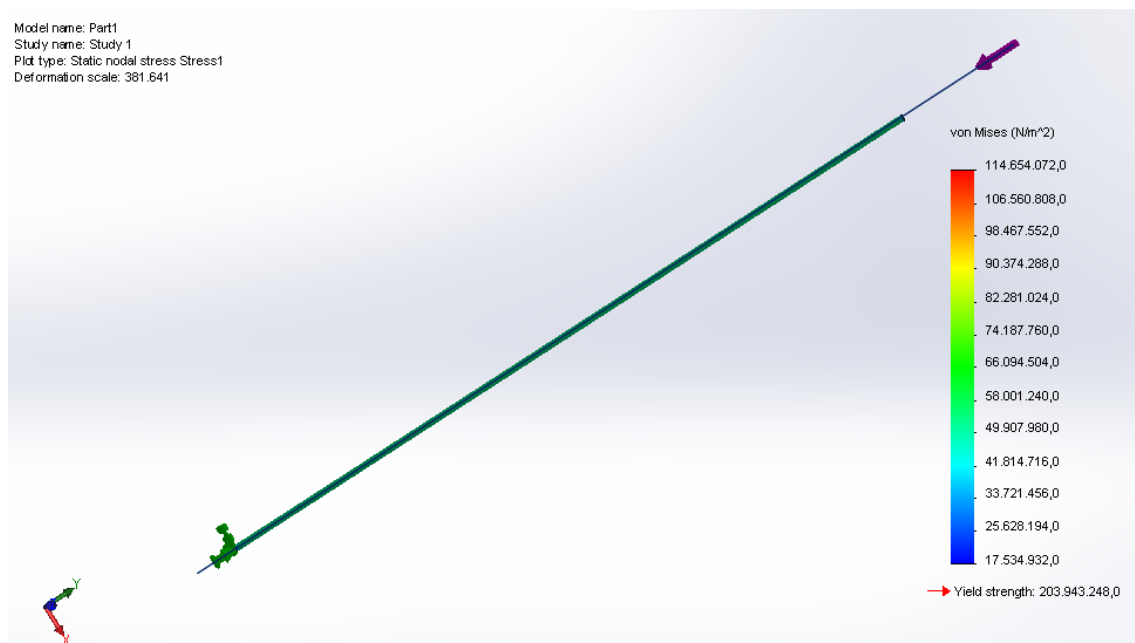


Fig.60 – Tensão máxima do varão á compressão

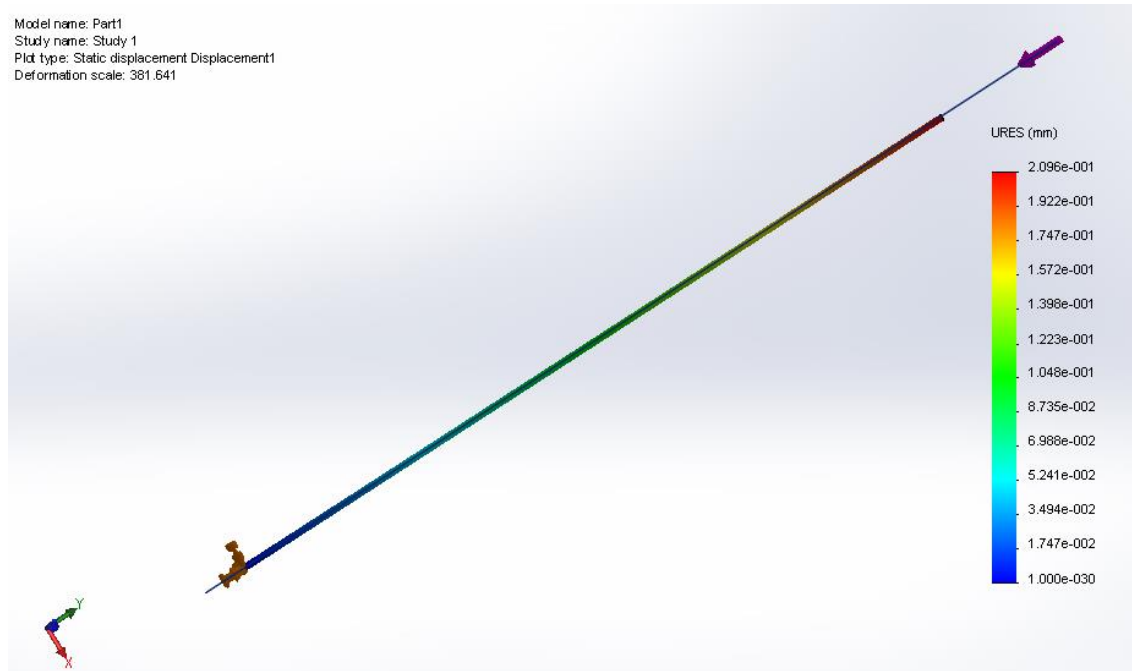


Fig. 61- Deslocamento do varão quando sujeito compressão



# Varão roscado M6 sujeito á tracção

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo YY): 0,2096 mm

Tensão máxima compressão: 114,654 MPa

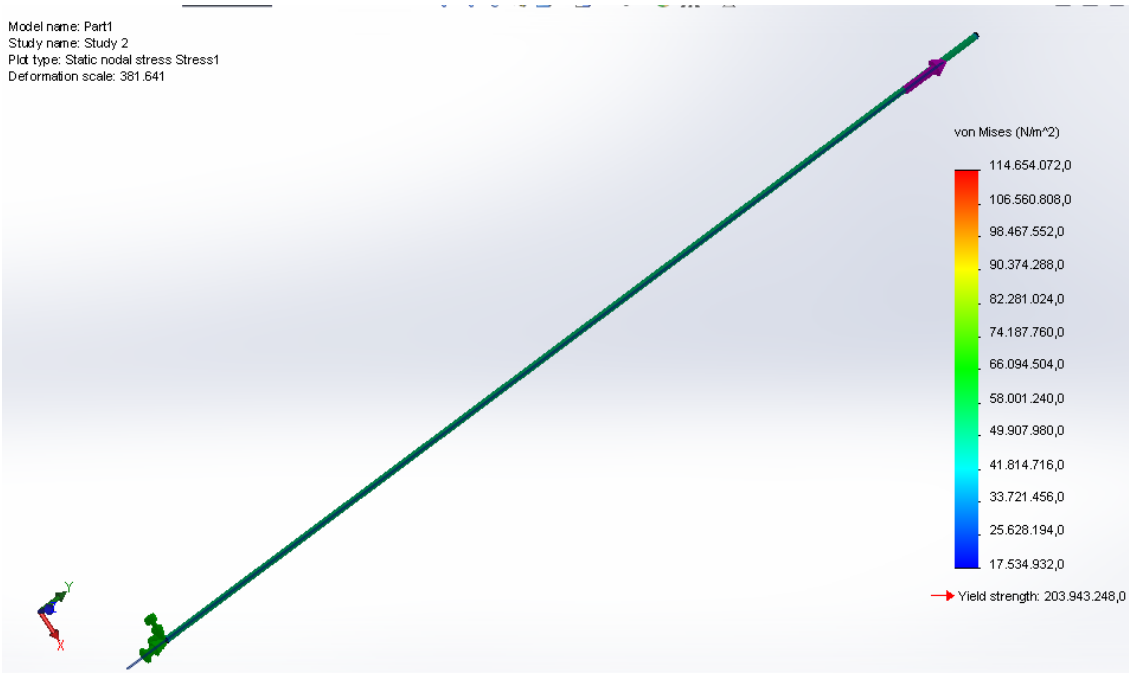


Fig.62 – Tensão máxima do varão á tracção

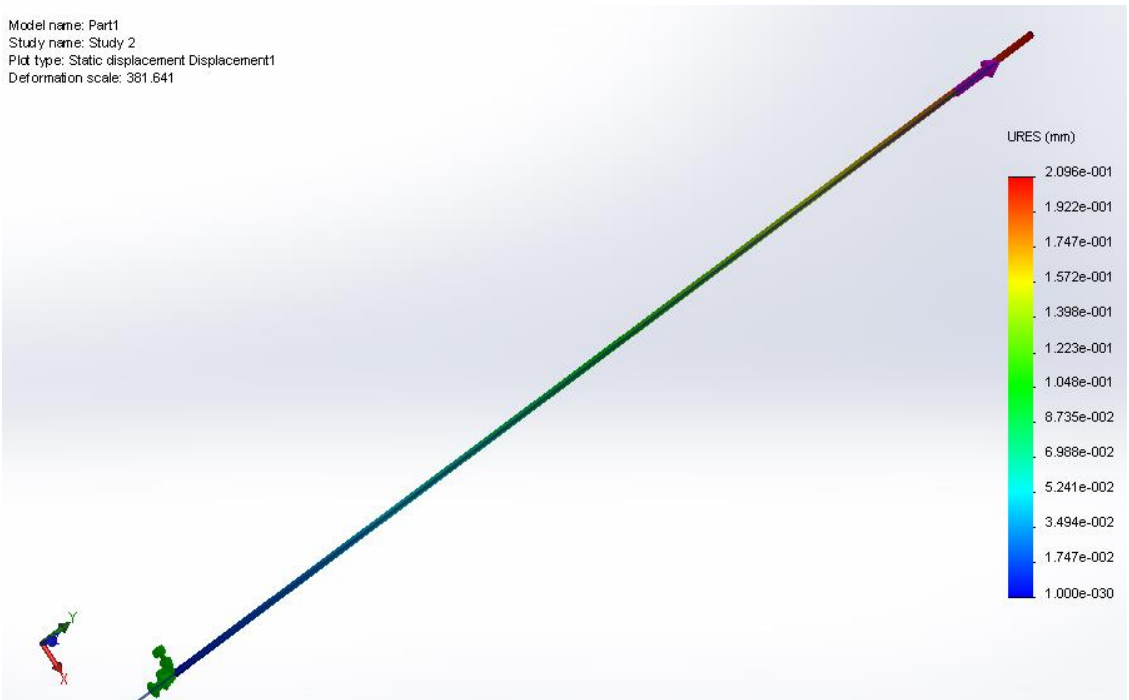


Fig. 63- Deslocamento do varão quando sujeito tracção

# Pivot 48mm

## Pivot 48mm sujeito à compressão

Massa do pivot: 0,034kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo YY): 4,203mm

Tensão máxima compressão: 3316,087 MPa

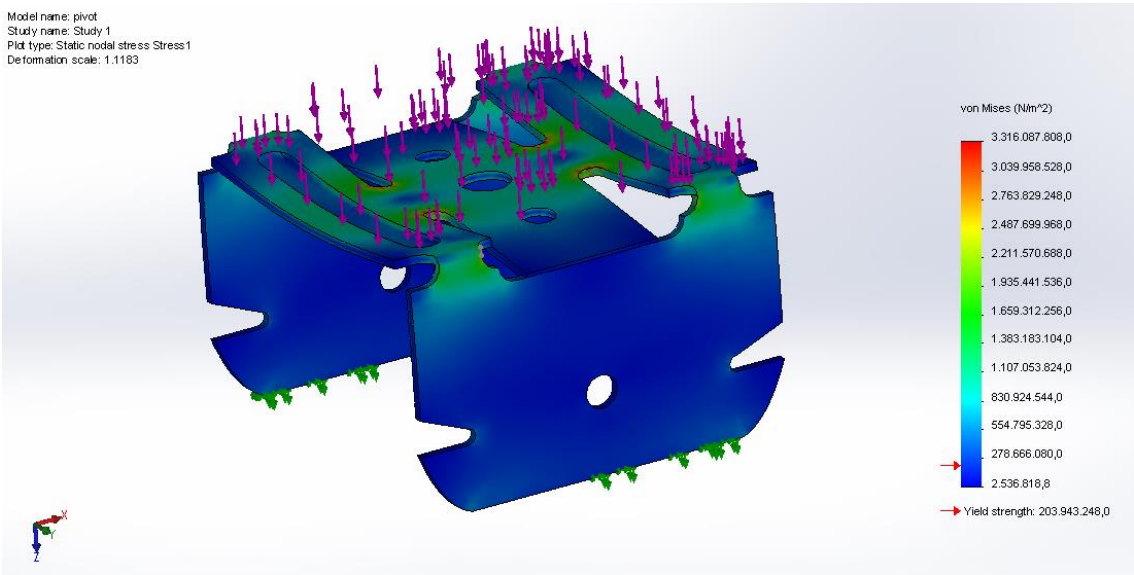


Fig.64 – Tensão máxima do pivot á compressão

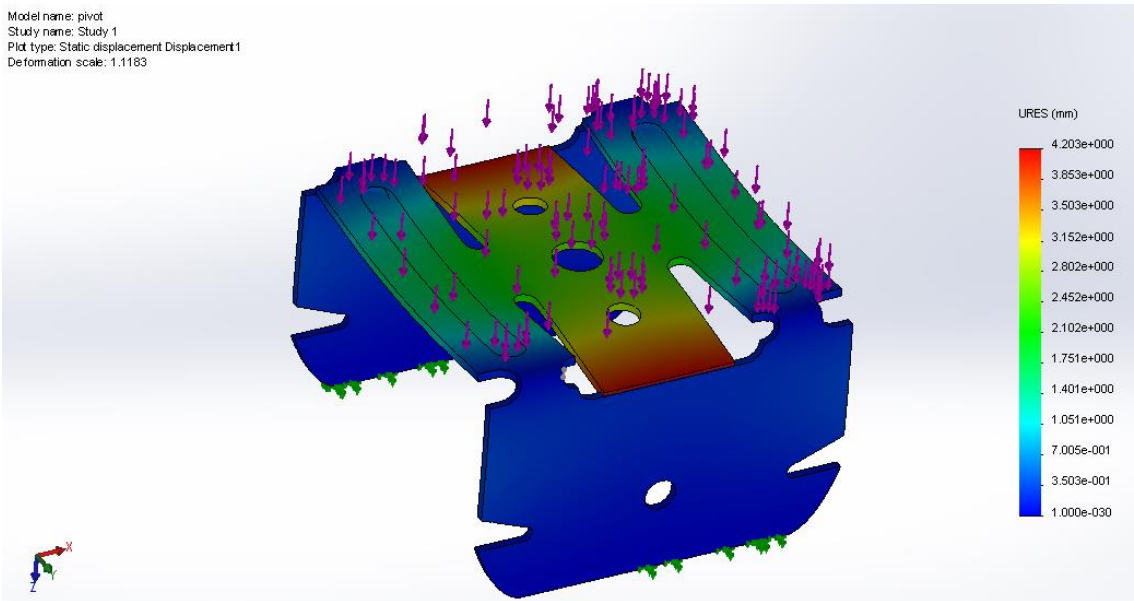


Fig. 65- Deslocamento do pivot quando sujeito compressão

## Pivot 48mm sujeito à tracção

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo ZZ): 4,203 mm

Tensão máxima tracção: 3316,087 MPa

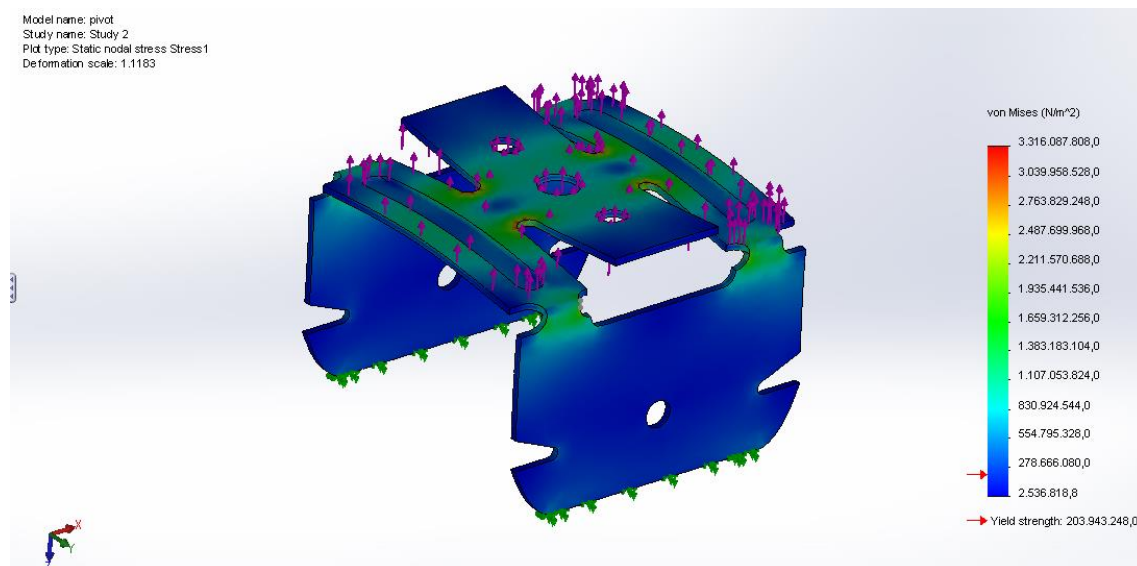


Fig.66 – Tensão máxima do pivot á tracção

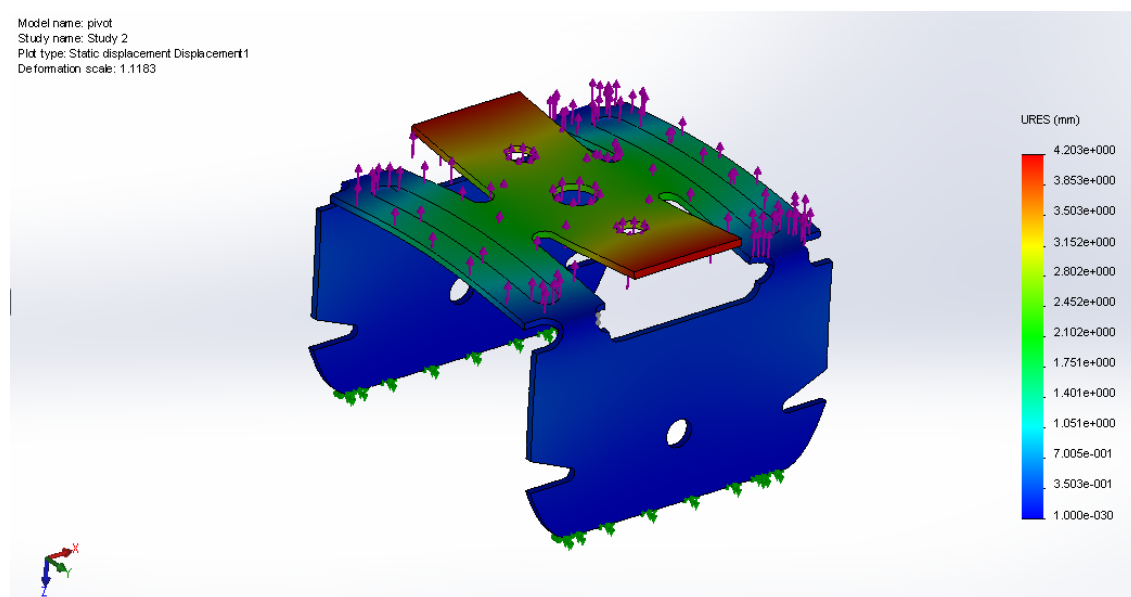


Fig. 67- Deslocamento do pivot quando sujeito tracção

## Estrutura tecto TC47

Estrutura montada em CAD semelhante ao montado em obra. No entanto, para efeitos de cálculo considerou-se apenas uma amostra da estrutura, com cerca de 1 m<sup>2</sup>.

Fixando a estrutura nos filetes do varão roscado (situação de obra) e aplicando a força de 3000N no TC47, distanciados por 50cm, obtemos os seguintes resultados:

Massa Estrutura( 1m<sup>2</sup>): 5,1 kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Flexão Máxima (segundo ZZ): 1,203 mm

Tensão máxima tracção: 1532,32 MPa

Concluimos assim que esta estrutura é bastante resistente, suporta esforços elevados.

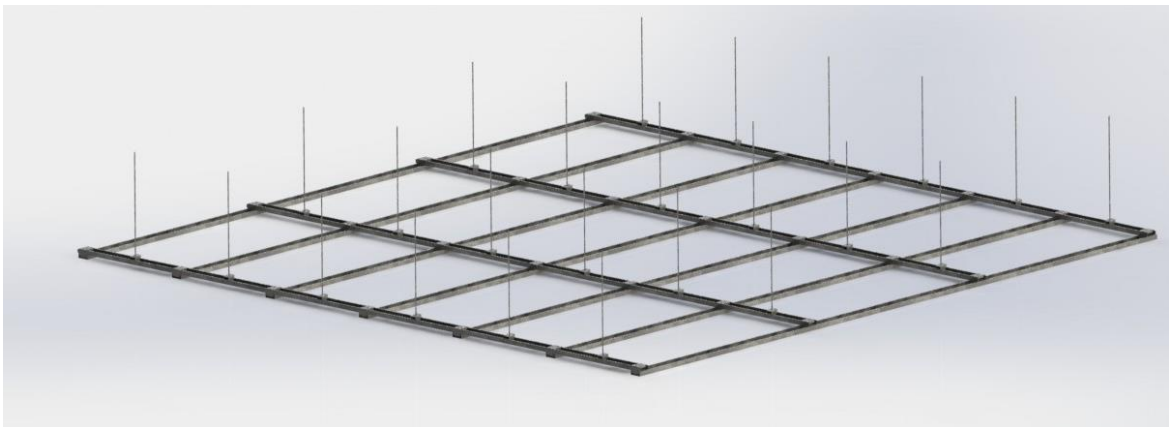


Fig. 68- Tecto TC47



Fig. 69- Pormenores ligações tecto TC47

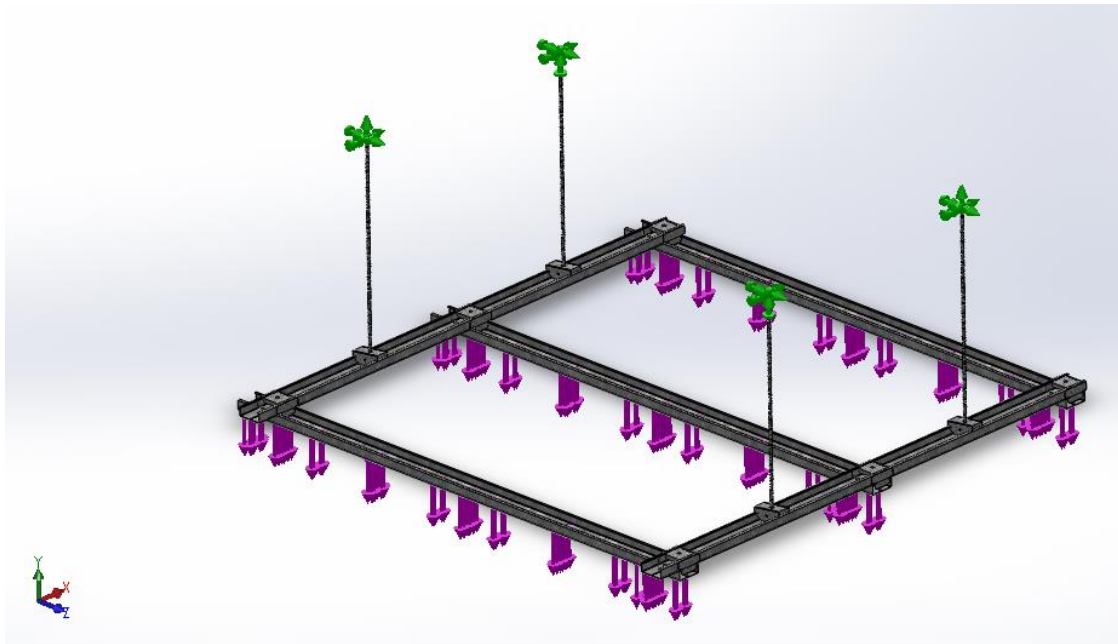


Fig. 70- Aplicação de carga na estrutura

## Estrutura tecto TC60

Estrutura montada em CAD semelhante ao montado em obra. No entanto, para efeitos de cálculo considerou-se apenas uma amostra da estrutura, com cerca de 1 m<sup>2</sup>.

Fixando a estrutura nos filetes do varão roscado (situação de obra) e aplicando a força de 3000N no TC60, distanciados por 50cm, obtemos os seguintes resultados:

Massa Estrutura ( 1m<sup>2</sup>): 6,2 kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Flexão Máxima (segundo ZZ): 1,01 mm

Tensão máxima tracção: 1752,58 MPa

Concluimos assim que esta estrutura é bastante resistente, suportando esforços superiores ao á estrutura TC47.



Fig. 72- Tecto TC60



Fig. 73- Pormenores ligações tecto TC60

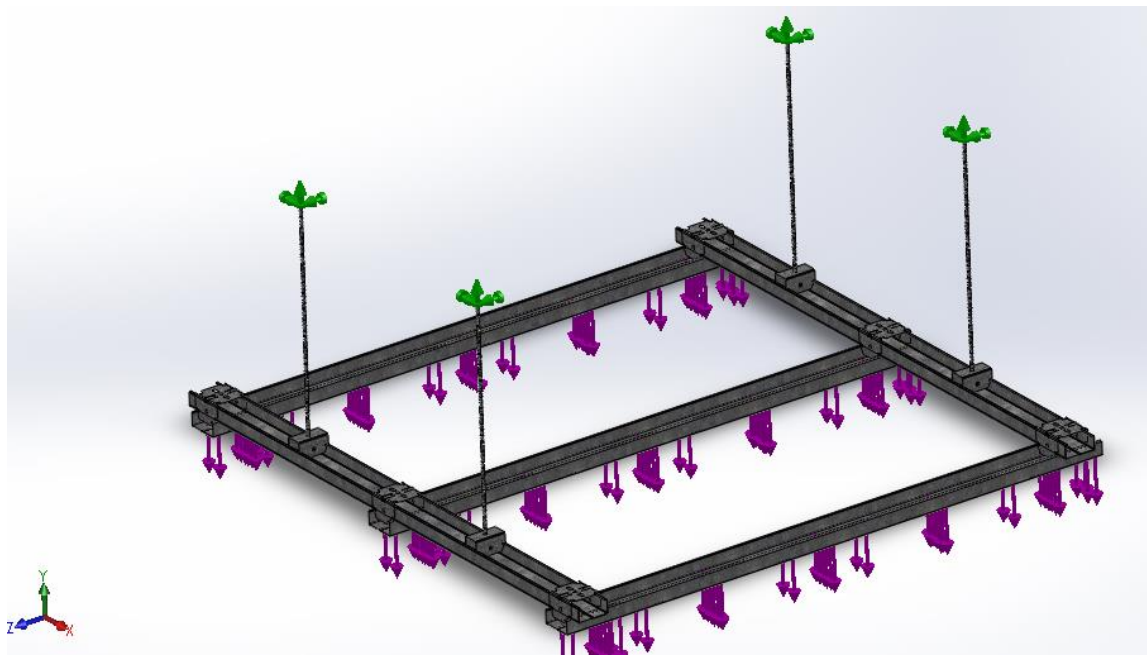


Fig. 74- Aplicação de carga na estrutura



## Esrtutura cantoneira L

Massa Estrutura( sem placa): 3,5kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Flexão Máxima (segundo YY): 3,5 mm

Tensão máxima tracção: 2500,087 MPa

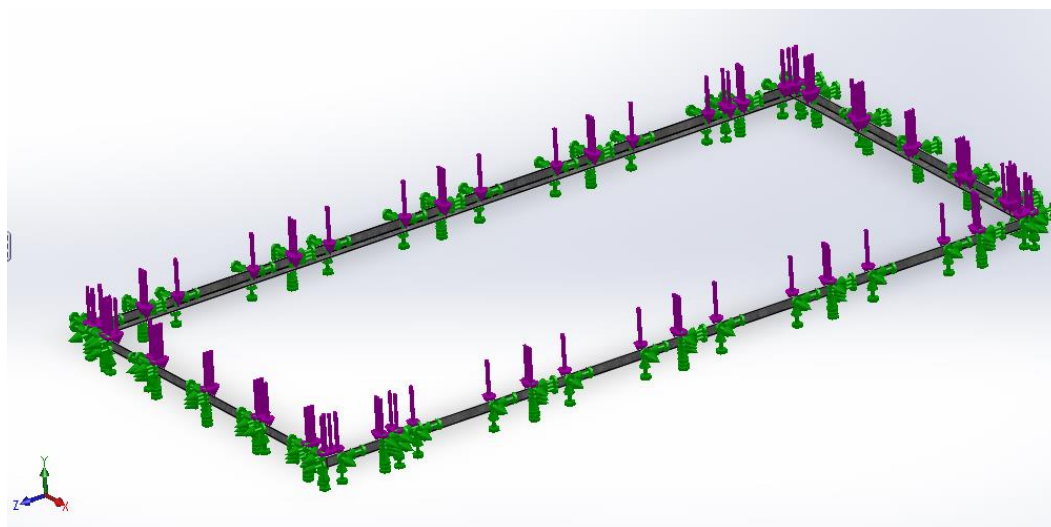


Fig.71 – Simulação Estrutura Cantoneira L para uma Placa de gesso.



## Perfil TC 47mm Curvo

Massa Estrutura( sem placa): 2,1 kg

Força: 500N

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Flexão Máxima (segundo YY): 69 mm

Tensão máxima : 54 MPa

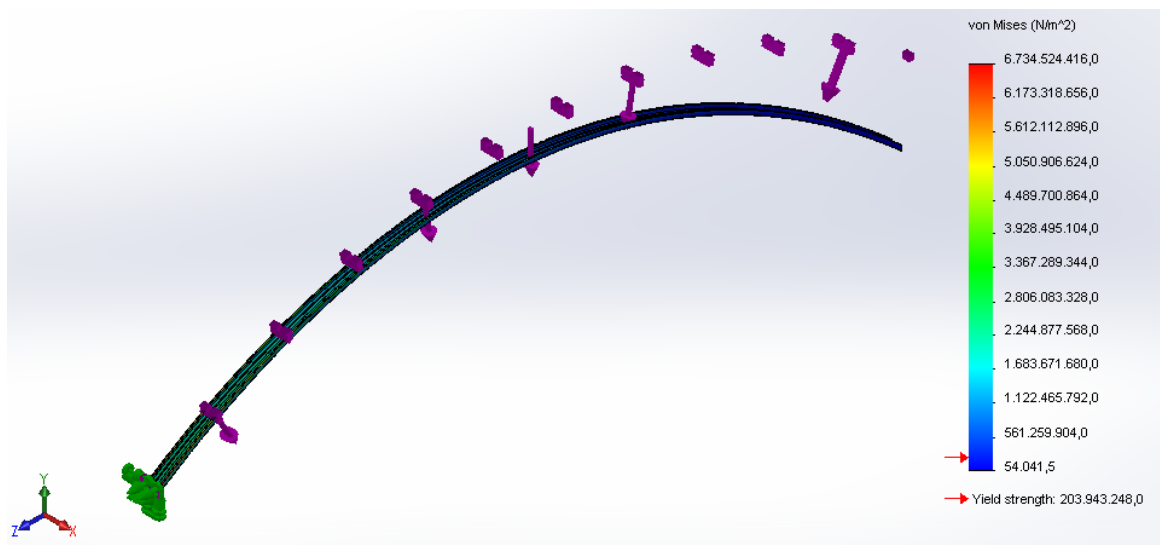


Fig.72 – Tensão máxima do perfil TC47

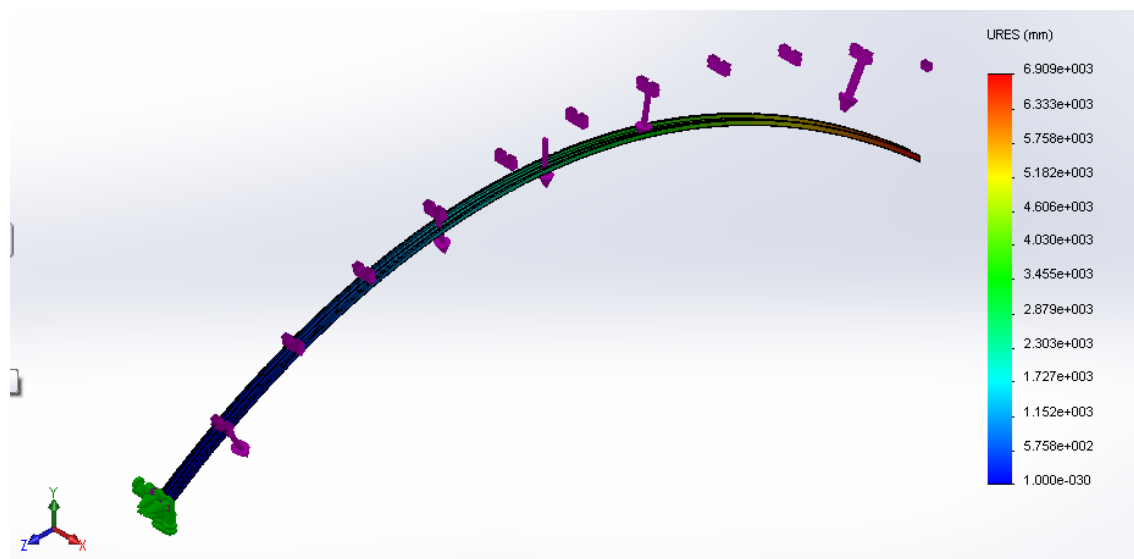


Fig.73 – Deslocamento máximo do perfil TC47

## Estrutura TC 60mm Curvo

Estrutura com cerca de 9 m<sup>2</sup>

Massa Estrutura: 34,5 kg

Força: 500N

Tensão de cedência: 203,943 MPa

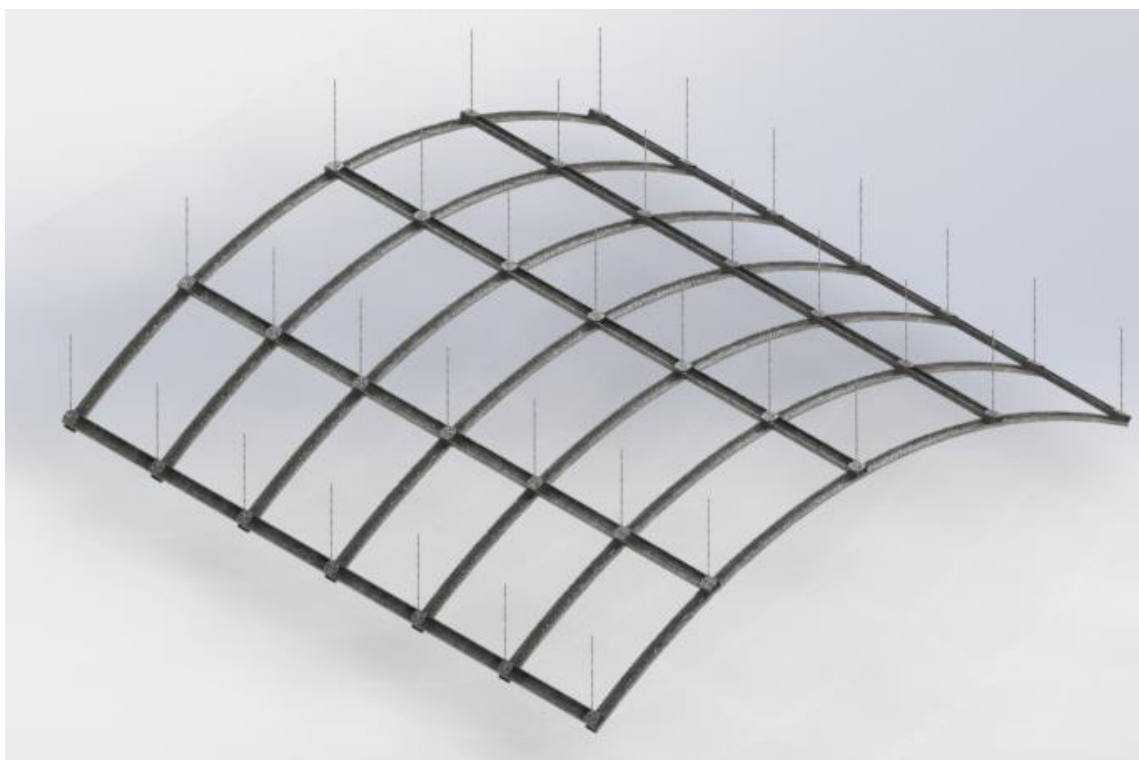


Fig.74 – Estrutura TC60 Curvo

## Canal 100mm

### Canal 100mm sujeito á flexão

Massa canal 100 mm: 2,03kg

Tensão de cedência: 203,943MPa

Encurvadura (segundo YY): 52,5 mm

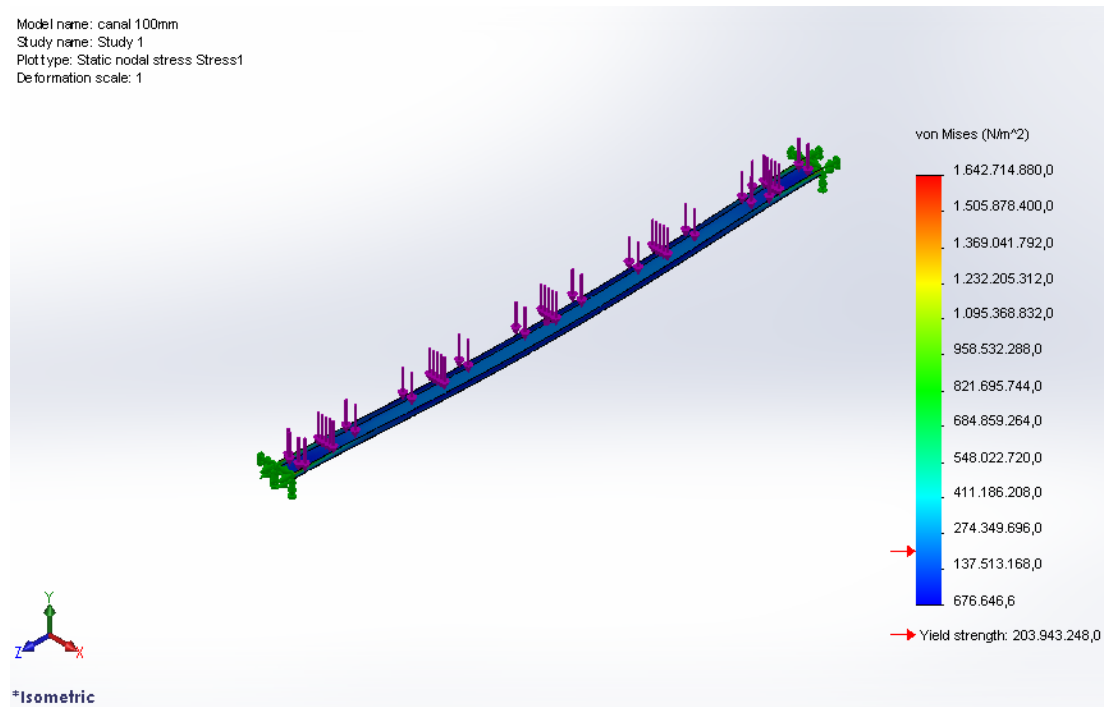


Fig. 75 – Tensão máxima á flexão

Model name: canal 100mm  
 Study name: Study 1  
 Plot type: Static displacement Displacement1  
 Deformation scale: 1

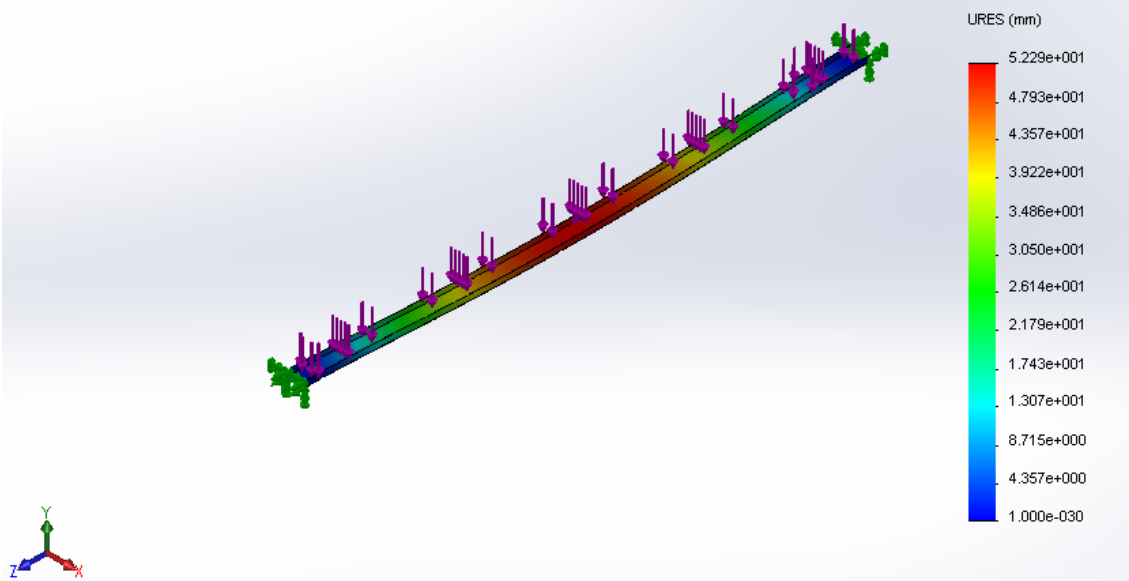


Fig. 76 – Deslocamento canal quando sujeito a flexão

### Canal 100mm sujeito á compressão

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo ZZ): 520 mm

Tensão máxima compressão: 38,423 MPa

Model name: canal 100mm  
 Study name: Study 2  
 Plot type: Static nodal stress Stress1  
 Deformation scale: 575.171

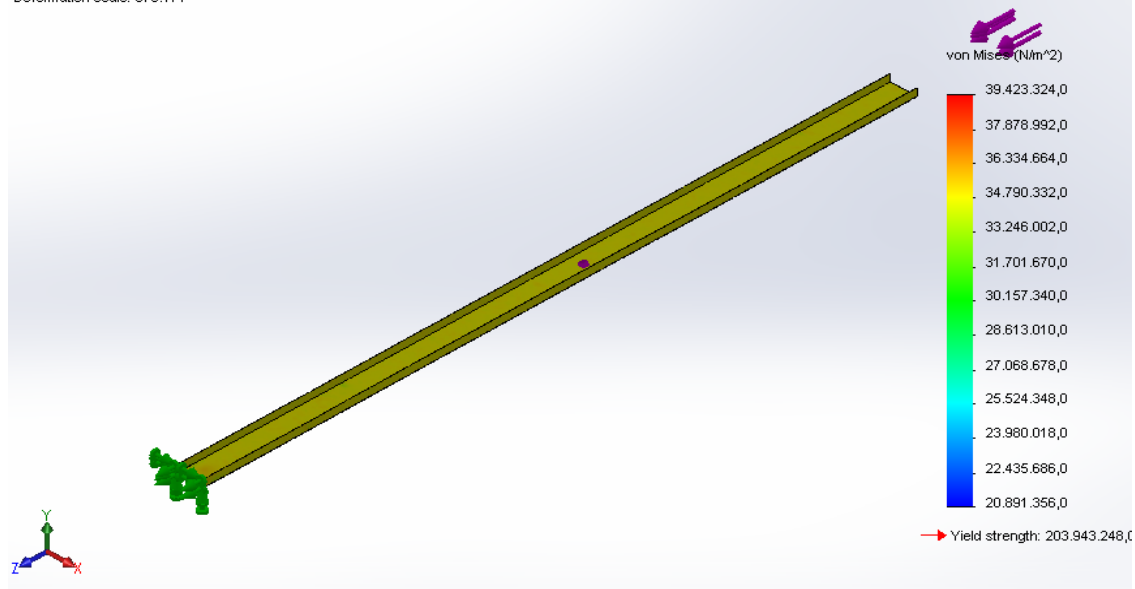


Fig .77 – Tensão máxima á compressão

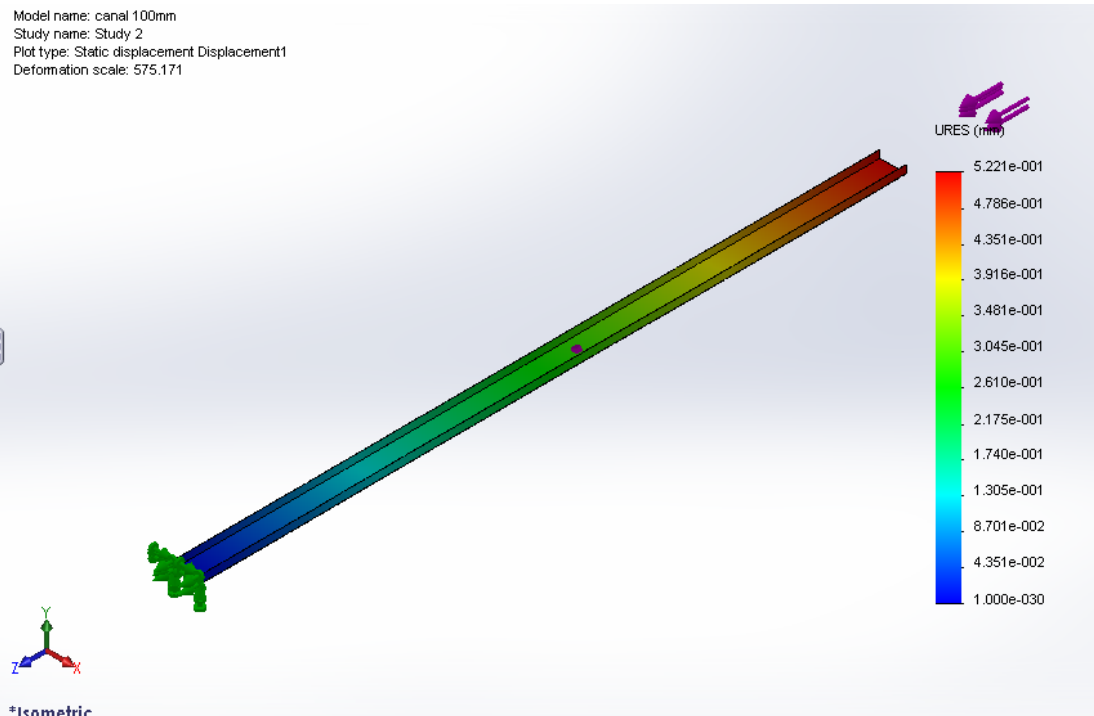


Fig 78- Deslocamento canal quando sujeito compressão

### Canal 100 mm sujeito á tracção

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo ZZ): 9,26mm

Tensão máxima tracção : 38,221 MPa

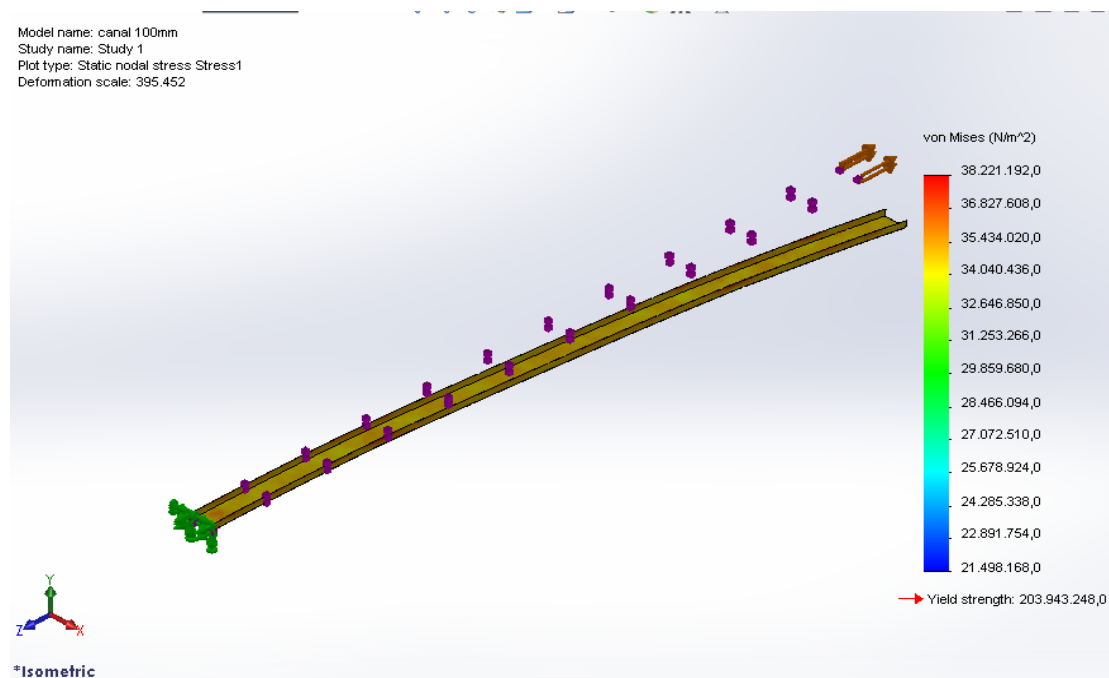


Fig.79 – Tensão máxima á compressão

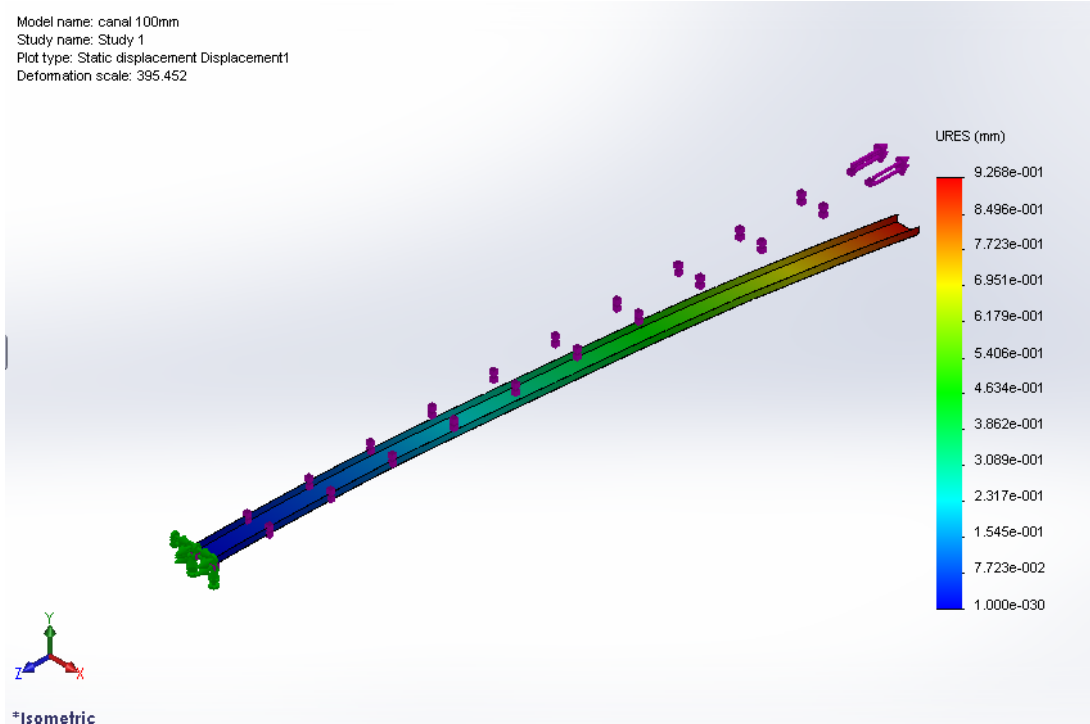


Fig 80- Deslocamento canal quando sujeito flexão

## Montante 100mm

### Montante 100mm sujeito á flexão

Massa canal 100 mm: 2,19 kg

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Encurvadura (segundo YY): 108 mm

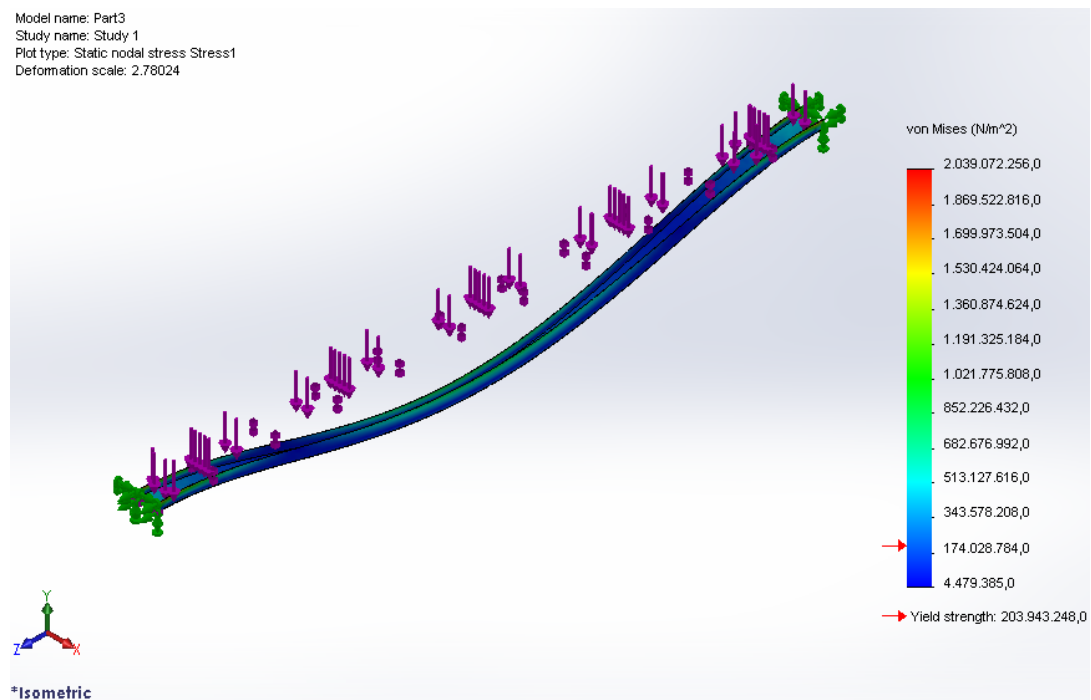


Fig. 81 – Tensão máxima á flexão

Model name: Part3  
Study name: Study 1  
Plot type: Static displacement Displacement1  
Deformation scale: 2.78024

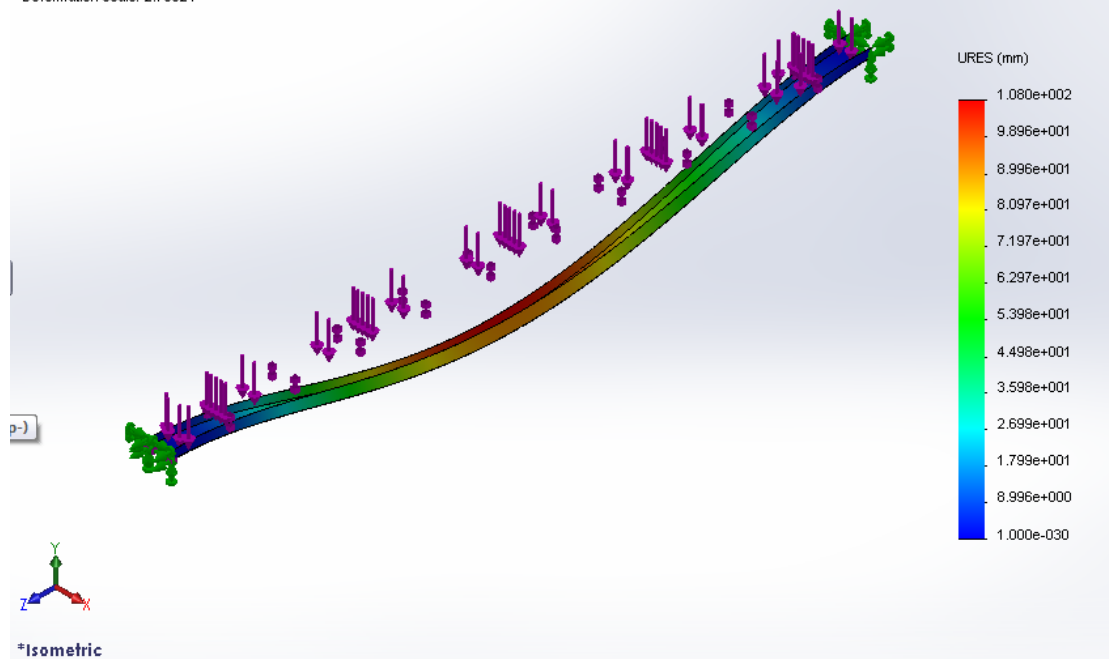


Fig. 82 – Deslocamento montante quando sujeito a flexão



### Montante 100 mm sujeito á compressão

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Compressão (segundo ZZ): 63 mm

Tensão máxima compressão: 35,445MPa

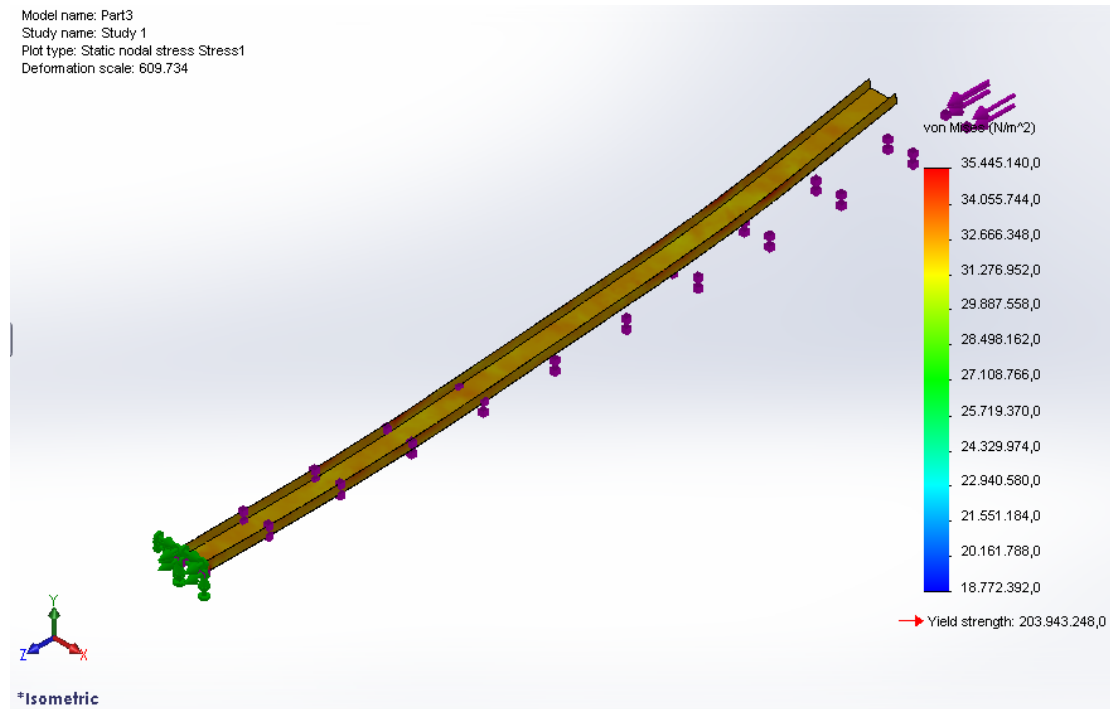


Fig .83 – Tensão máxima á compressão

Model name: Part3  
 Study name: Study 1  
 Plot type: Static displacement Displacement1  
 Deformation scale: 609.734

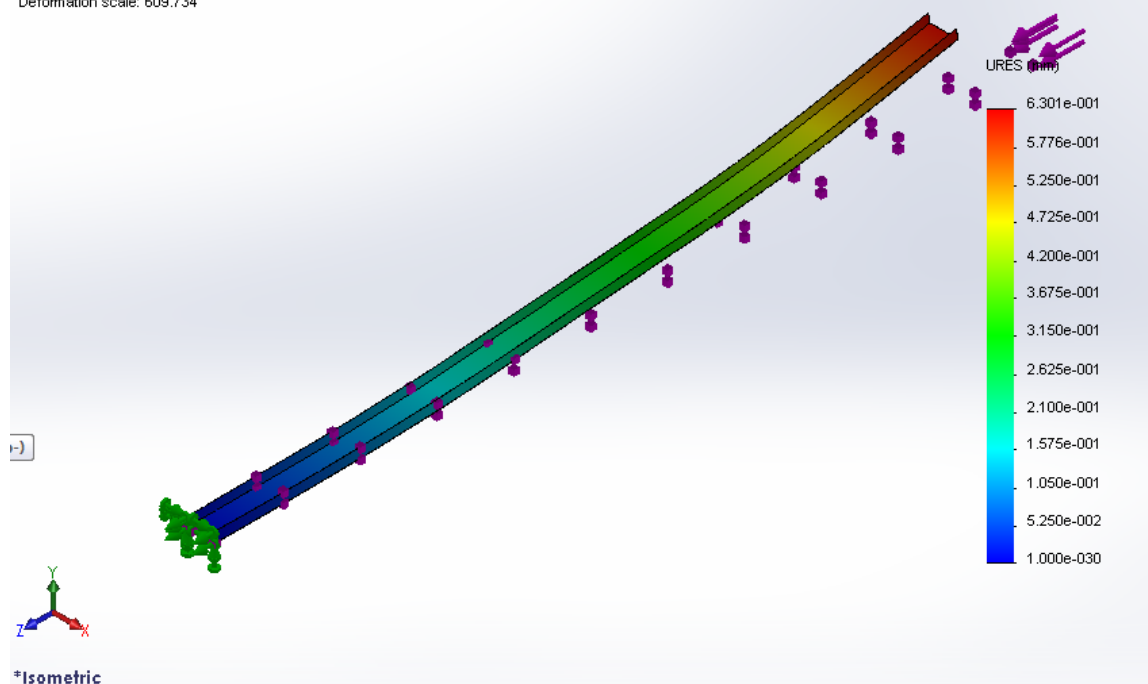


Fig. 84 - Deslocamento montante quando sujeito compressão

### Montante 100 mm sujeito á tracção

Tensão de cedência: 203,943 MPa

Tracção (segundo ZZ): 63 mm

Tensão máxima tracção : 35,445 MPa

Model name: Part3  
 Study name: Study 1  
 Plot type: Static nodal stress Stress1  
 Deformation scale: 609.734

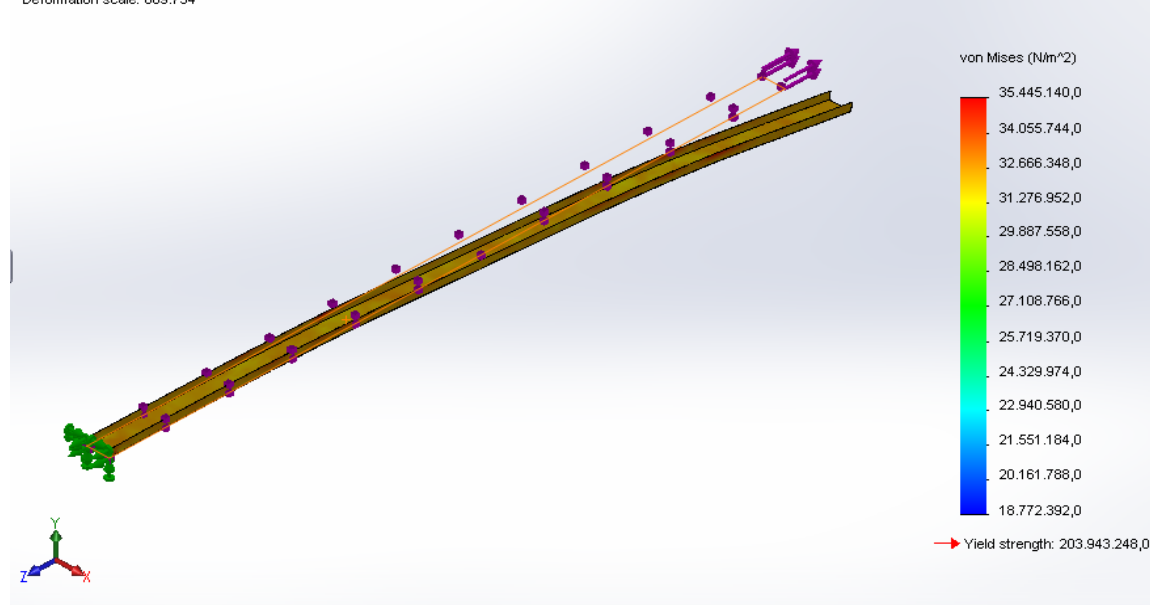


Fig.85 – Tensão máxima á compressão

Model name: Part3  
Study name: Study 1  
Plot type: Static displacement Displacement1  
Deformation scale: 609.734

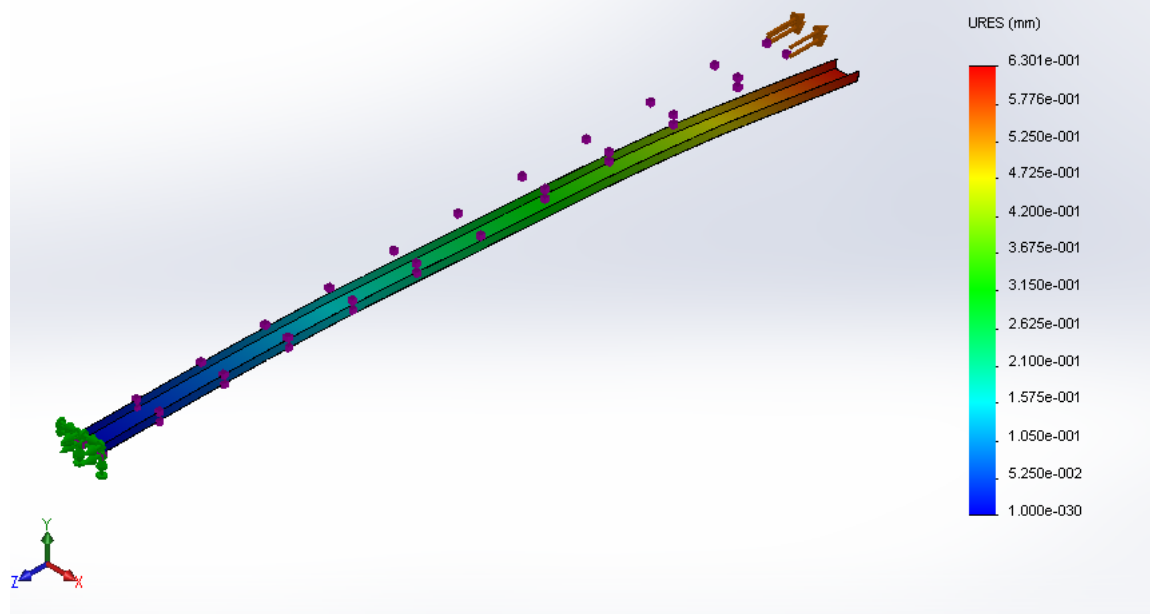


Fig. 86- Deslocamento montante quando sujeito flexão

## Conclusões

- Com este teste, utilizando uma carga de 3000N, verificamos que as tensões existentes no material ficam longe da tensão de cedência do material
- Que os deslocamentos, na compressão e na tracção são iguais em valor.
- Observa-se também que os perfis com almas de menor dimensão suportam mais cargas, pois não sofrem encurvadura com tanta facilidade, aumentando assim a sua resistência à cedência.
- Quanto as estruturas de tecto (estrutura TC47 e TC60) tornam-se bastantes resistentes devido ao cruzamento de montagens, sendo que os pivot de ligação também são bastante robustos.
- Nota: todas as imagens são retiradas do software SolidWorks.

## **APÊNDICE S - AGLOMERADO DE CORTIÇA EXPANDIDA**

## AGLOMERADO DE CORTIÇA EXPANDIDA

### Tabela de Preços 2013

Medidas Métricas 1.000x500 mm Espessura	PLACAS por Embalagem	Embalagem (m <sup>2</sup> )	Embalagem (m <sup>3</sup> ) Normal	PREÇO (€/ m <sup>2</sup> )
10 mm	30	15	0,15	3,46
15 mm	20	10	0,15	4,27
20 mm	15	7,5	0,15	4,48
25 mm	12	6	0,15	5,34
30 mm	10	5	0,15	6,29
40 mm	8	4	0,16	8,14
50 mm	6	3	0,15	10,18
60 mm	5	2,5	0,15	12,21
80 mm	4	2	0,16	16,28
100 mm	3	1,5	0,15	20,35
150 mm	2	1	0,15	30,53
200 mm	2	1	0,20	40,70
300 mm	1	0,5	0,15	61,05

<b>Placas :</b>	<b>Acabamento:</b>	Com uma face lixada, mais 0,45 € / m <sup>2</sup>
	<b>Embalagem:</b>	Caixas de cartão ou retractorizadas
	<b>Densidade :</b>	110-120 kg/m <sup>3</sup>



<b>Regranulado :</b>	<b>Embalagem:</b>	Sacos de ráfia
	<b>Densidade :</b>	65-70 kg/m <sup>3</sup>
	<b>Preço :</b>	86,40 Eur/m <sup>3</sup>
		1 Saco (0,5 m <sup>3</sup> ) = 43,20 Eur



<b>Descontos :</b>	<b>Em função das quantidades e locais de entrega</b>
<b>Nota :</b>	Estes preços podem ser alterados sem aviso prévio Os preços não incluem IVA

TP\_1\_2012

Mozelos, 01 Janeiro de 2013

## **APÊNDICE T - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL**

# **Procedimento experimental – Assembleia Nacional de Angola**

Tese Mestrado: Projeto de estruturas metálicas ligeiras a partir de perfis de chapa

## **Objetivo**

Verificar experimentalmente se a estrutura projetada aguenta os esforços a que é sujeita.

## **Local**

Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade do Minho

## **Material utilizado**

- Alheta perfurada
- Clip Sinard
- Parafusos e porcas.
- Varão roscado
- Peça em U
- Tubo Facar
- Tudo suporte estrutura
- Extensómetro.
- Maquina ensaio de tração.
- Aparafusadora e outras ferramentas, disponibilizadas pelo departamento, bem como apoio pessoal.

(Todos estes materiais são os que serão empregues em obra)

## **Procedimento**

Começa-se por fixar a peça designada por *A* na *figura 1* e monta-se a estrutura como mostra a *figura 1*. Depois da estrutura estar montada, todas as ligações estarem testadas e todos os componentes estarem montados, pode-se dar início ao ensaio, aplicando a carga no elemento *B* da *figura 1*. Vai-se fazer vários ensaios, para testar duas situações em obra. A primeira, uma situação normal, em que a carga aplicada será 254 N, e para três ângulos diferentes, como ilustra a *figura 2*. Durante o procedimento vai-se preenchendo a *tabela 1*, com os valores retirados, e comparando com os valores da *tabela 2*. De seguida, fazem-se mais três ensaios, agora com uma carga de 286 N, simulando que um dos elementos falha, e



que a carga referente a este reflete-se nos apoios vizinhos, como ilustra a *figura 3*. Para esta situação fazem-se também três ensaios com os diferentes ângulos, presentes na *figura 2*. Durante o procedimento vai-se preenchendo a *tabela 3*, com os valores retirados, e comparando com os valores da *tabela 4*. Por fim, simula-se a situação de cedência da estrutura, para os diferentes ângulos, preenchendo a *tabela 5*.

Para fixarmos a estrutura à máquina de ensaios, construí-se duas estruturas: uma superior e outra inferior. A estrutura inferior, será um varão roscado M10, introduzido em furos previamente definidos no tubo *facar*, e com um sistema de porcas, permitindo assim fixar o tubo à máquina bem como regular o ângulo da estrutura através da movimentação das respectivas porcas. A estrutura superior, será uma peça (anexo 13) dimensionada e construída de raiz, na qual vamos poder acoplar a estrutura através da alheta.

#### Dimensões componentes

##### Estrutura 16°

Tubo retangular aço galvanizado: 300 mm (200 mm estrutural e 50 mm de folga para ambos os lados)

Varão roscado: 650 mm

Alheta: 790 mm

##### Estrutura 45°

Tubo retangular aço galvanizado: 700 mm (600 mm estrutural e 50 mm de folga para ambos os lados)

Varão roscado: 830 mm

Alheta: 840 mm

##### Estrutura 70°

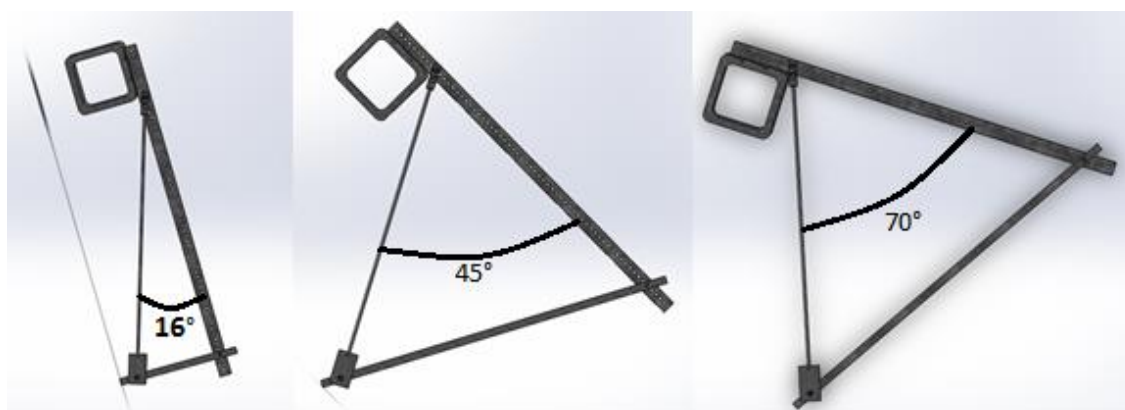
Tubo retangular aço galvanizado: 900 mm (800 mm estrutural e 50 mm de folga para ambos os lados)

Varão roscado: 890 mm

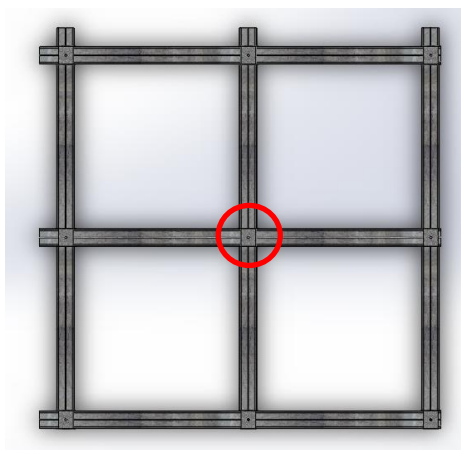
Alheta: 650 mm



*Fig. 1 – Exemplo de montagem.*



*Fig. 2 – Ângulos presentes na estrutura*



*Fig. 3 – Identificação elemento de falha.*

Ângulo	Carga Aplicada (N)	Deslocamento (mm)	OBS.
16°	± 254	1,2	
45°	± 254	1,9	
70°	± 254	2,9	

*Tabela 1- Resultados Simulação experimental*

Ângulo	Carga Aplicada (N)	Deslocamento (mm)
16°	254	1,4
45°	254	2,9
70°	254	3,4

*Tabela 2 – Resultados simulação numérica (SolidWorks)*

Ângulo	Carga Aplicada (N)	Deslocamento (mm)	OBS.
16°	± 290	2,7	
45°	± 290	3,3	
70°	± 290	4,1	

*Tabela 3- Resultados Simulação experimental, situação de falha de um elemento.*

Ângulo	Carga Aplicada (N)	Deslocamento (mm)
16°	286	3,2
45°	286	3,8
70°	286	4,7

*Tabela 4 – Resultados simulação numérica (SolidWorks)*

Ângulo	Carga máxima (N)	Deslocamento máximo (mm)	OBS.
16°	± 2720	9	
45°	± 2800	10	
70°	± 3050	12	

*Tabela 5- Tensão cedência estrutura*

### **Observações**

-Comparar os valores de cada caso, os valores experimentais com os valores obtidos pela simulação numérica.

-Observar o comportamento dos componentes, quando sujeito aos diferentes ensaios, principalmente o clip sinard, por ser um ponto de concentração de tensões.

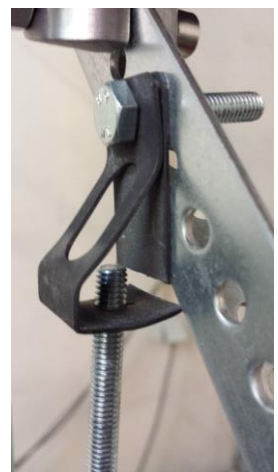
### **Registo atividade/observações**



A



B



C

Fig. 5 – Imagens simulação experimental

## **Conclusão**

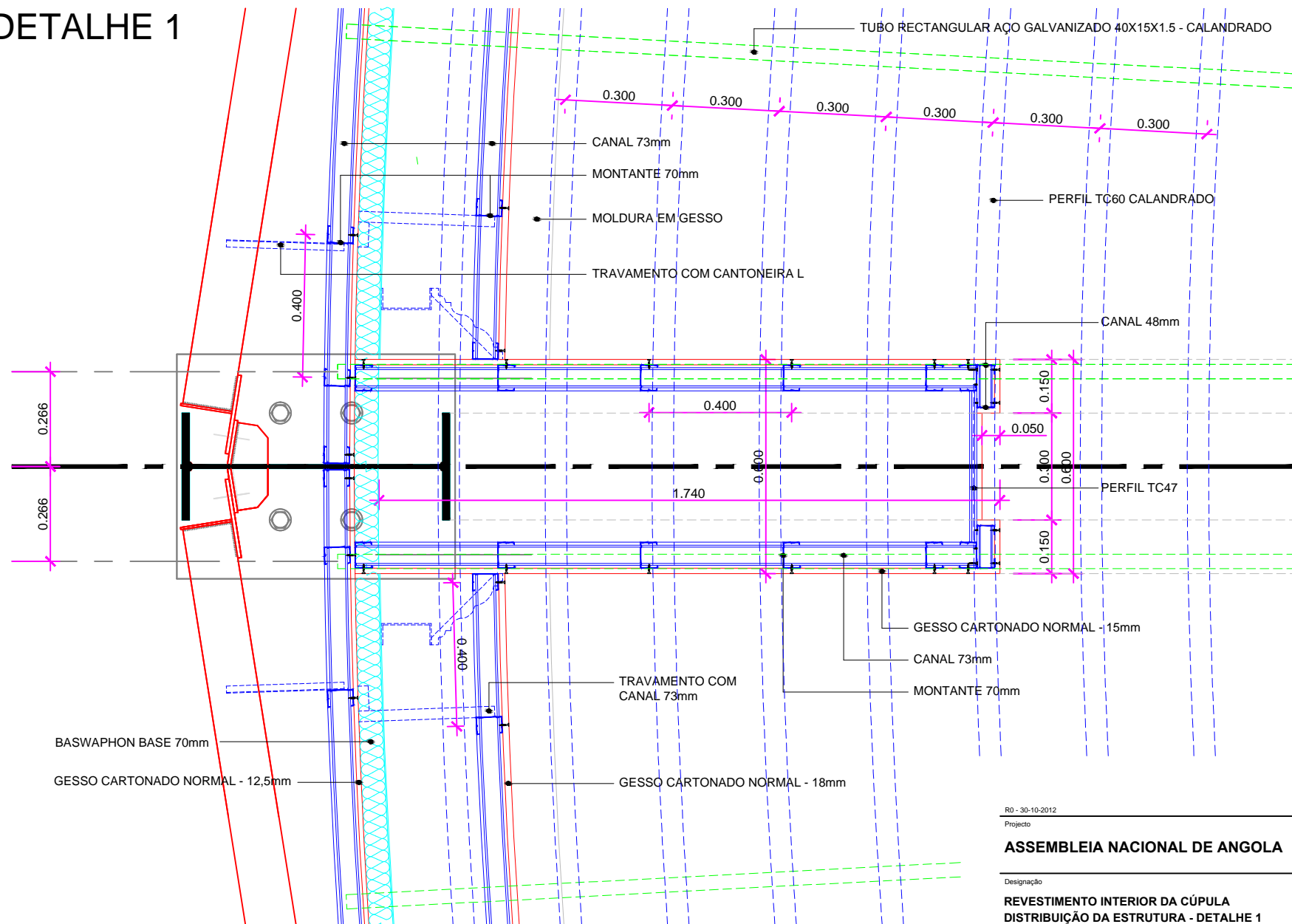
- Os valores de extensão obtidos experimentalmente são um pouco mais baixos que os obtidos na simulação numérica, visto nesta serem utilizadas ligações permanentes e não ligações roscadas;
- Outro fator que pode influenciar os testes é poder existir folgas diferentes entre os provetes;
- Como se previu através da simulação numérica, a estrutura iria ceder pelo Clip Sinard (Fig1 – C);
- Os valores obtidos para a tensão de cedência do Clip, aproximam-se dos valores obtidos nos ensaios do fornecedor (ver anexo 10).

*Guimarães, Abril de 2013*

*Diogo João Nicolau Barbosa.*

## **APÊNDICE U - DETALHES DO PROJETO**

# DETALHE 1



R0 - 30-10-2012

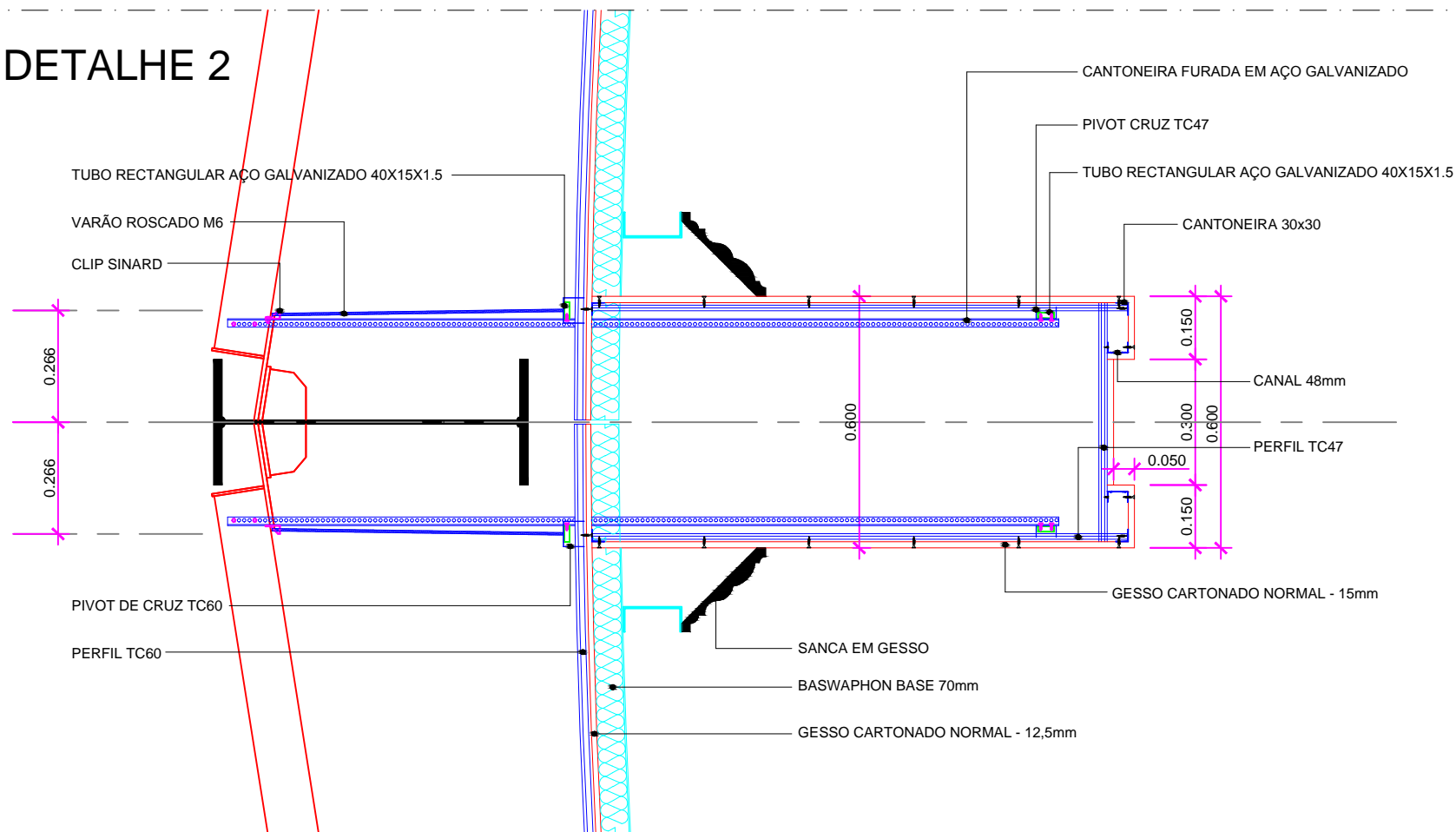
Projecto

**ASSEMBLEIA NACIONAL DE ANGOLA**

Designação

**REVESTIMENTO INTERIOR DA CÚPULA  
DISTRIBUIÇÃO DA ESTRUTURA - DETALHE 1**

## DETALHE 2



R0 - 30-10-2012

Projecto

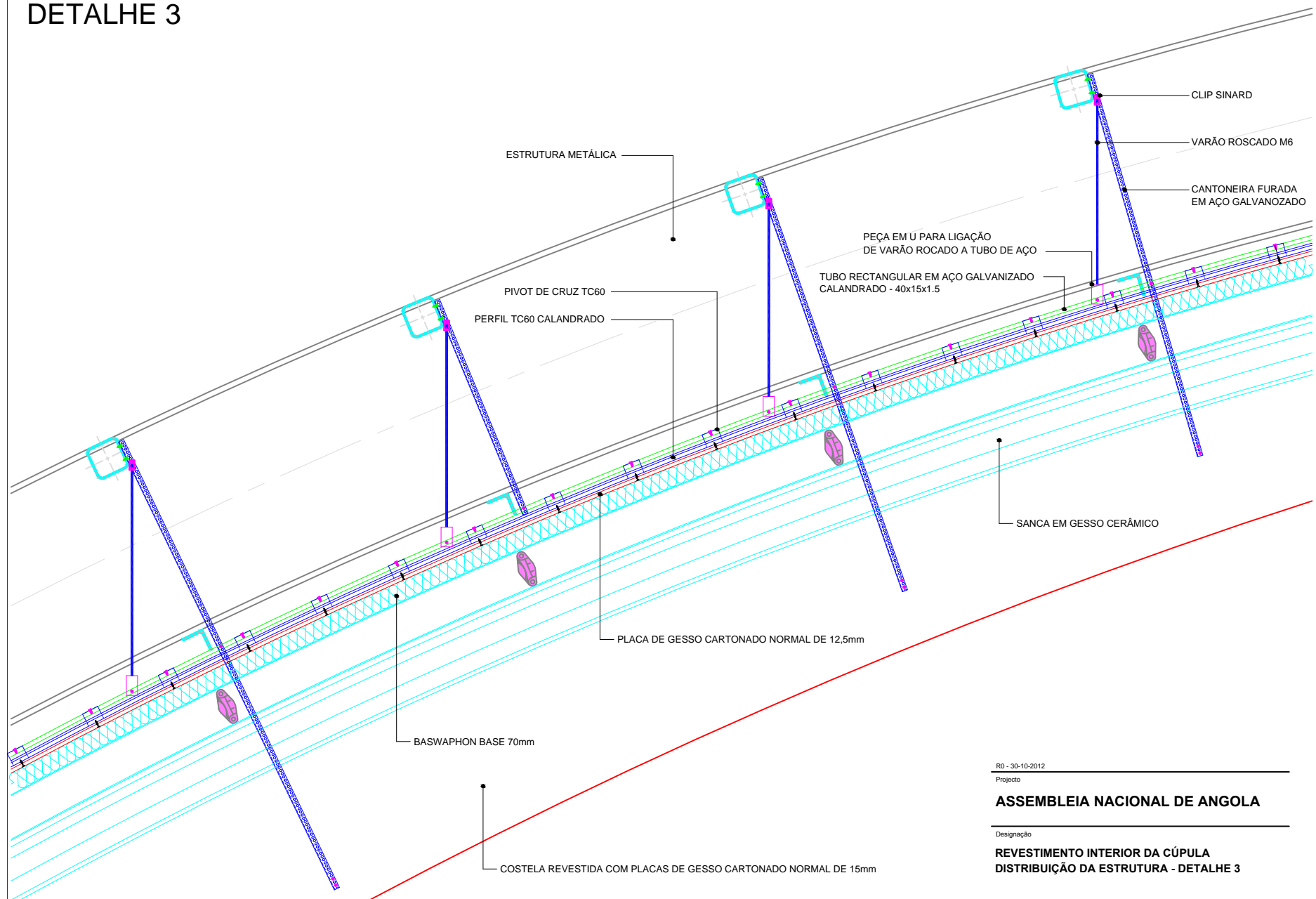
**ASSEMBLEIA NACIONAL DE ANGOLA**

Designação

**REVESTIMENTO INTERIOR DA CÚPULA  
DISTRIBUIÇÃO DA ESTRUTURA - DETALHE 2**



## DETALHE 3



R0 - 30-10-2012

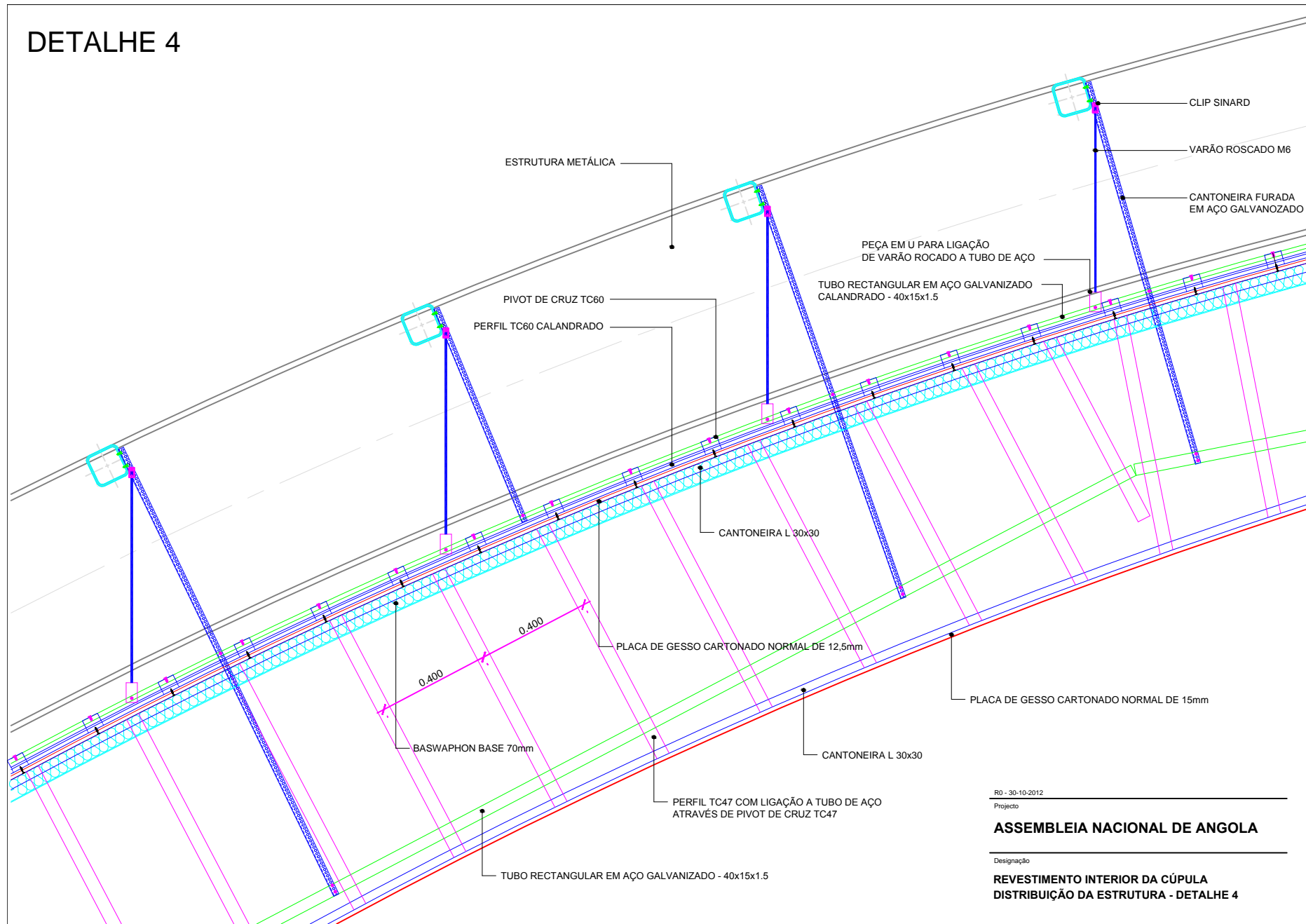
Projecto

**ASSEMBLEIA NACIONAL DE ANGOLA**

Designação

**REVESTIMENTO INTERIOR DA CÚPULA  
DISTRIBUIÇÃO DA ESTRUTURA - DETALHE 3**

# DETALHE 4



R0 - 30-10-2012

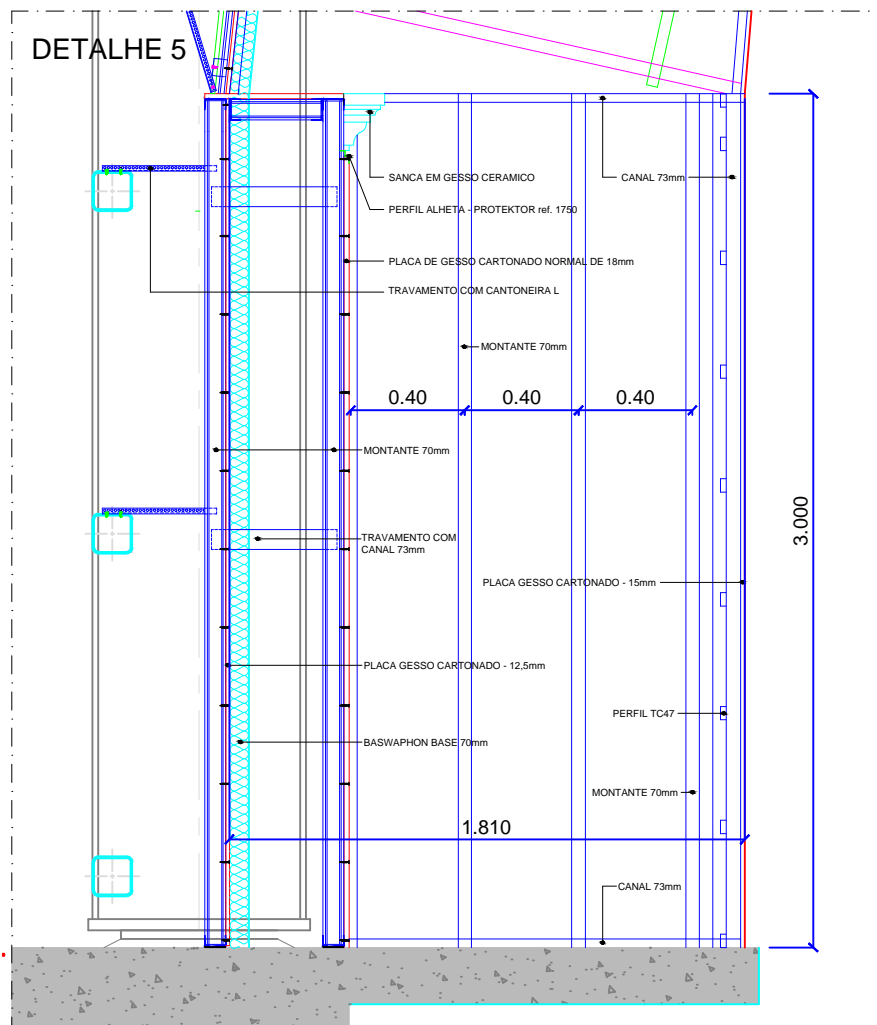
Projecto

**ASSEMBLEIA NACIONAL DE ANGOLA**

Designação

**REVESTIMENTO INTERIOR DA CÚPULA  
DISTRIBUIÇÃO DA ESTRUTURA - DETALHE 4**

## DETALHE 5

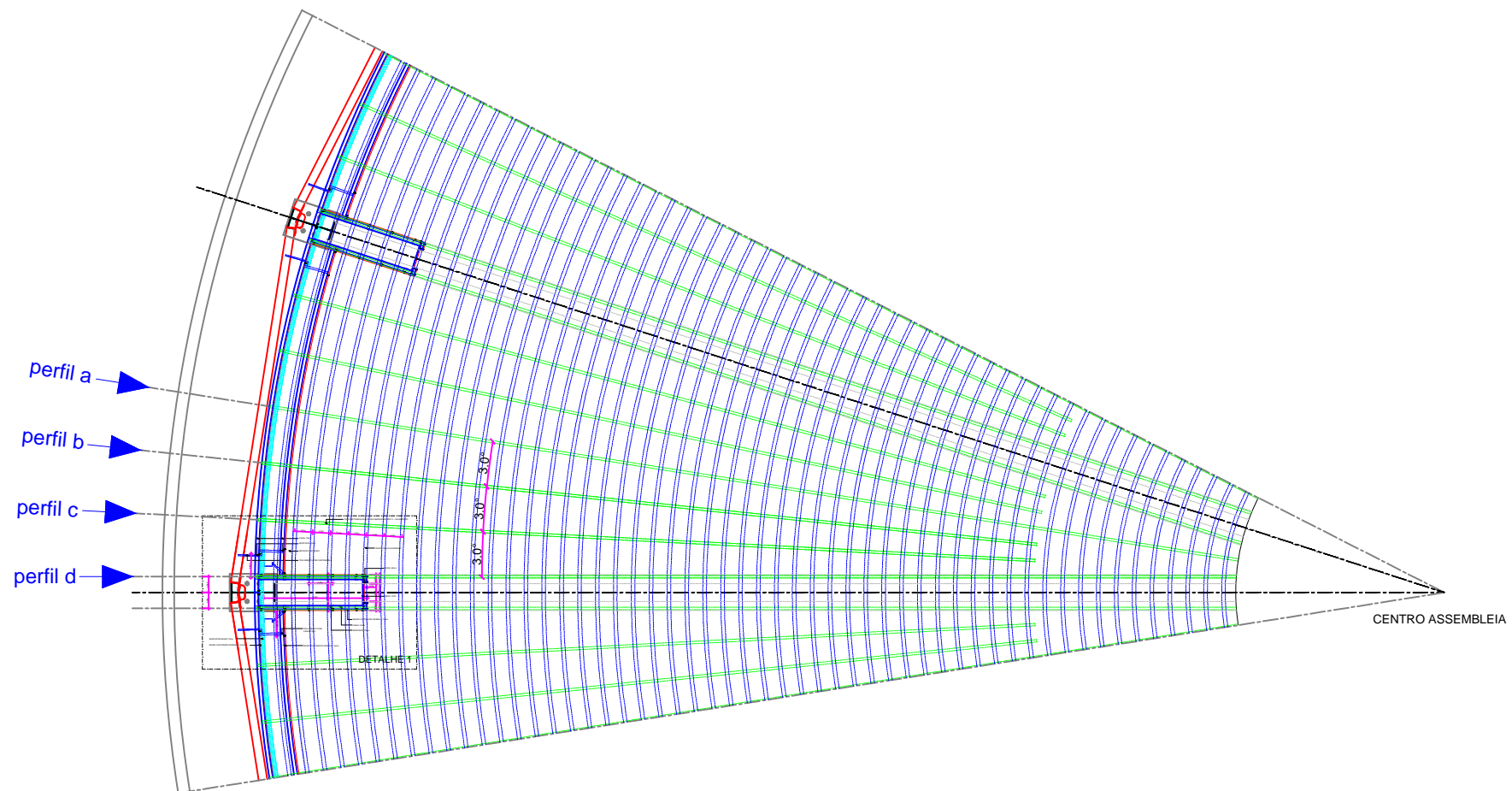


RD - 30-10-2012  
Projeto

**ASSEMBLEIA NACIONAL DE ANGOLA**

Designação

REVESTIMENTO INTERIOR DA CÚPULA  
DISTRIBUIÇÃO DA ESTRUTURA - DETALHE 5



R0 - 30-10-2012

Projecto

**ASSEMBLEIA NACIONAL DE ANGOLA**

Designação

**REVESTIMENTO INTERIOR DA CÚPULA  
DISTRIBUIÇÃO DA ESTRUTURA - PLANTA**

# PRINCÍPIO DE MEDIÇÃO EM OBRA

